

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN COLISEO
MULTIUSOS PARA LA ESCUELA
“CELIANO MONGE”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

CUMBAJIN ESCOBAR CARLOS RICARDO

DIRECTOR: ING. OMAR BAYAS

Quito, Marzo 2010

INDICE GENERAL

CAPITULO I

| | |
|------------------------------|---|
| GENERALIDADES | 1 |
| 1.1 Resumen | 1 |
| 1.2 Antecedentes | 2 |
| 1.3 Justificación | 2 |
| 1.4 Objetivos | 3 |
| 1.4.1 Objetivo General | 3 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.5 Descripción del Proyecto | 4 |
| 1.5.1 Ubicación del proyecto | 4 |

CAPITULO 2

| | |
|--|----------|
| INFORMACION DE PARTIDA DEL PROYECTO | 8 |
| 2.1 Información Existente | 8 |
| 2.2 Plan General de la Escuela Celiano Monge | 9 |
| 2.3 Localización del Proyecto | 10 |
| 2.4 Población | 12 |
| 2.4.1 Población Estudiantil | 12 |
| 2.4.2 Población en el Sector del Proyecto | 12 |
| 2.4.3 Población Futura | 13 |
| 2.4.3.1 Objetivos específicos de la proyección de población | 13 |
| 2.4.3.2 Usos fundamentales de las proyecciones | |

| | |
|---|----|
| de población | 14 |
| 2.4.3.3 Métodos para elaborar proyección | |
| de población | 14 |
| 2.4.3.3.1 Métodos matemáticos | 14 |
| 2.4.3.3.2 Métodos demográficos | 15 |
| 2.4.3.3.3 Métodos económicos | 15 |
| 2.4.4 Calculo de población futura de la Escuela | 15 |
| 2.5 Mecánica de suelos | 17 |
| 2.5. Hidrología | 18 |
| 2.6 Sísmica | 19 |
| 2.6.1 Zona sísmicas y factor de zona Z | 19 |
| 2.7 Infraestructura existente | 21 |
| 2.7 Topografía | 21 |

CAPITULO 3

| | |
|--------------------------------|----|
| EL COLISEO | 23 |
| 3.1 Diseño arquitectónico | 23 |
| 3.1.1 Factor climático | 24 |
| 3.1.2 Agentes naturales | 24 |
| 3.1.2.1 Luz solar | 25 |
| 3.1.2.2 Control térmico | 25 |
| 3.1.2.3 Ventilación | 25 |
| 3.1.3 Sonido | 26 |
| 3.1.4 Iluminación | 26 |
| 3.1.3.1 Visibilidad | 26 |
| 3.1.4 Publicidad | 27 |
| 3.2 Área de la cancha multiuso | 27 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 3.2.1 Cancha de básquet | 27 |
| 3.2.2 Cancha de voleibol | 28 |
| 3.2.3 Cancha de indor-futbol | 28 |
| 3.3 Graderíos | 28 |
| 3.4 Cubierta | 30 |
| 3.4.1 Cubiertas Tipo | 31 |
| 3.5 Baterías sanitarias | 34 |
| 3.6 Instalaciones eléctricas | 35 |
| 3.7 Estructuras complementarias | 35 |
| 3.8 Equipamiento | 36 |

CAPITULO 4

| | |
|--|----|
| CARACTERISTICA DE LOS MATERIALES | 37 |
| 4.1 Hormigón | 37 |
| 4.1.1 El Cemento | 40 |
| 4.1.1.1 Antecedentes históricos del cemento | 40 |
| 4.1.1.2 Proceso de manufactura y tipos de cemento | 41 |
| 4.1.2 Agregados | 43 |
| 4.1.2.1 Agregados finos | 43 |
| 4.1.2.2 Agregado grueso | 43 |
| 4.1.3 Dosificación y mezclado | 44 |
| 4.1.4 Aditivos para el hormigón | 49 |
| 4.1.4.1 Clasificación de los aditivos | 49 |
| 4.2 Acero de refuerzo | 51 |
| 4.2.1 Primeros usos del hierro y del acero | 51 |
| 4.2.2 Acero estructural | 51 |
| 4.2.3 Ventajas del acero como elemento estructural | 52 |

| | |
|--|----|
| 4.2.4 Desventajas del uso de acero estructural | 53 |
| 4.2.5 Aceros estructurales, característicos y tipos | 54 |
| 4.3 Acero estructural laminado al frío | 59 |
| 4.3.1 Acero laminado en caliente | 63 |
| 4.4 Soldadura | 64 |
| 4.4.1 Proceso de soldadura | 64 |
| 4.4.1.1 Proceso de soldadura de arco metálico | |
| Protegido (SMAW) | 64 |
| 4.4.1.2 Proceso de soldadura de arco sumergido (SAW) | 66 |
| 4.4.2 Tipo de electrodos | 67 |
| 4.4.2.1 Tipo de soldaduras | 67 |
| 4.4.3 Nomenclatura utilizada para las soldaduras | 70 |

CAPITULO 5

| | |
|---|-----------|
| PROYECTO ESTRUCTURAL DEL COLISEO | 72 |
| 5.1 Graderíos | 72 |
| 5.1.1 Análisis estructural | 73 |
| 5.1.1.1 Pre diseño de cargas | 73 |
| 5.1.1.1.1 Carga muerta | 75 |
| 5.1.1.1.2 Carga vertical | 76 |
| 5.1.1.1.3 Carga viva | 76 |
| 5.1.1.1.4 Carga sísmica | 77 |
| 5.1.1.2 Pre dimensionamiento de elementos | 77 |
| 5.1.1.2.1 Losa | 77 |
| 5.1.1.2.2 Vigas | 78 |
| 5.1.1.2.3 Columnas | 80 |

| | |
|---|-----|
| 5.1.1.3 Análisis sísmico | 81 |
| 5.1.1.3.1 Calculo de la fuerza sísmica | 82 |
| 5.1.1.3.1.1 Calculo de cortante basal | 84 |
| 5.1.1.3.2 Método estático equivalente (CEC 2000) | 87 |
| 5.1.1.4 Modelación matemática | 87 |
| 5.1.1.4.1 Uso del SAP 2000 | 88 |
| 5.1.1.4.1.1 Cargas equivalentes actuantes sobre vigas | 88 |
| 5.1.1.4.2 Análisis de los resultados | 90 |
| 5.1.1.4.3 Diseño de losa para el graderío | 95 |
| 5.1.1.4.4 Diseño de viga crítica en hormigón Armado | 106 |
| 5.1.1.4.4.1 Diseño de viga del pórtico B, Entre pórticos 2-3 | 106 |
| 5.1.1.4.5 Diseño de columna crítica en hormigón Armado | 113 |
| 5.1.1.4.5.1 Calculo del plinto. | 119 |
| 5.2 Diseño de losas de contrapiso. | 125 |
| 5.3 Calculo de la estructura metálica | 125 |
| 5.3.1 Análisis estructural | 126 |
| 5.3.1.1 Determinación de cargas | 126 |
| 5.3.1.1.1 Cargas de servicio | 127 |
| 5.3.1.2 Pre diseño de elementos del pórtico | 131 |
| 5.3.1.2 Uso del SAP2000 | 142 |
| 5.3.2 Análisis de resultados | 144 |
| 5.4 Diseño del pórtico. | 145 |
| 5.5 Cimentación para el pórtico | 147 |

| | |
|---|-----|
| 5.5.1 Cálculo de placa base. | 149 |
| 5.6 Cálculo y diseño de la cubierta. | 151 |
| 5.6.1 Definición de perfil | 151 |
| 5.6.2 Tipos de soldadura y electrodos a emplearse | 152 |
| 5.6.2.1 Calculo de uniones soldadas | 153 |
| 5.6.3 Revestimiento y protección de la estructura. | 155 |
| 5.7 Alternativa de construcción con columnas de hormigón. | 155 |

CAPITULO 6

| | |
|---|-----|
| PROYECTO HIDROSANITARIO Y ELECTRICO. | 161 |
| 6.1 Generalidades | 161 |
| 6.2 Agua potable | 162 |
| 6.2.1 Red de distribución de agua potable en el coliseo | 165 |
| 6.2.1.1 Requerimientos para instalaciones de agua potable | 165 |
| 6.2.1.2 Materiales para instalaciones de agua potable | 166 |
| 6.2.1.3 Accesorios para agua potable | 167 |
| 6.2.2 Red de distribución de agua potable en baterías sanitarias. | 171 |
| 6.2.2.1 Delineamiento de redes | 171 |
| 6.2.2.2 Dotación de agua | 172 |
| 6.2.2.3 Conexión inicial de agua potable | 173 |
| 6.2.2.4 Características de la conexión | 174 |
| 6.2.2.5 Diseño de la red de distribución. | 175 |
| 6.2.2.6 Diseño de instalaciones de agua potable. | 177 |
| 6.2.2.7 Caudales | 178 |
| 6.2.2.7.1 Gasto máximo probable y gasto instalado. | 179 |

| | |
|--|-----|
| 6.2.2.8 Pérdidas de carga en tuberías | 179 |
| 6.2.2.8.1 Alturas referenciales de artefactos sanitarios | 180 |
| 6.2.2.9 Evaluación de presiones | 184 |
| 6.3 Red contra incendios | 187 |
| 6.4 Drenaje y recolección de aguas lluvias. | 187 |
| 6.4.1 Áreas de aportación | 189 |
| 6.4.1.1 Canal de conducción de agua lluvia | 190 |
| 6.4.2 Bajantes para agua lluvia | 192 |
| 6.5 Sistemas de conducción a red principal | 194 |
| 6.6 Aguas servidas | 195 |
| 6.6.1 Sistema se desalojos de aguas servidas | 196 |
| 6.6.1.1 Ubicación de los servicios. | 196 |
| 6.6.1.2 Materiales para instalaciones sanitarias | 198 |
| 6.6.1.3 Requerimientos para instalaciones de aguas servidas | 198 |
| 6.6.1.4 Red de aguas servidas | 199 |
| 6.6.1.5 Caudales bases de aguas residuales usadas | 201 |
| 6.7 Red de distribución eléctricas | 204 |
| 6.7.1 Instalaciones eléctricas de baja tensión. | 204 |
| 6.7.1.2 Conceptos básicos | 206 |
| 6.7.1.3 Calculo de instalaciones en el coliseo | 207 |
| 6.7.1.3.1 Calculo de la carga. | 207 |
| 6.7.2 Instalaciones eléctricas de alta tensión | 210 |

CAPITULO 7

| | |
|---|-----|
| IMPACTO AMBIENTAL | 211 |
| 7.1 Estudio de impacto ambiental. | 211 |
| 7.1.1 Identificación del proyecto | 211 |
| 7.1.2 Descripción resumida del proyecto | 211 |
| 7.1.3 Características del área de influencia | 212 |
| 7.1.3.1 Características del medio físico | 212 |
| 7.1.3.1.1 Localización | 212 |
| 7.1.3.1.2 Clima | 212 |
| 7.1.3.1.3 Geología, geomorfología y suelos. | 213 |
| 7.1.3.1.4 Hidrología | 213 |
| 7.1.3.1.5 Aire | 214 |
| 7.1.3.2 Características del medio biótico | 214 |
| 7.1.3.2.1 Ecosistema, flora y fauna silvestre | 214 |
| 7.1.3.3 Características del medio socio- Cultural. | 215 |
| 7.1.3.3.1 Demografía | 215 |
| 7.1.3.3.2 Infraestructura social | 215 |
| 7.1.3.3.3 Actividades socio-económicas | 215 |
| 7.1.3.3.4 Organización social y aspectos culturales | 216 |
| 7.1.3.3.5 Riesgos naturales e inducidos | 216 |
| 7.2 Evaluación de impacto ambiental | 216 |
| 7.2.1 Identificación y evaluación de impactos ambientales | 216 |
| 7.2.2 Identificación de impactos ambientales | 217 |
| 7.2.3 Descripción de los factores ambientales | 217 |

CAPITULO 8

| | |
|-----------------------------------|-----|
| ANALISIS ECONOMICO | 218 |
| 8.1 Análisis de precios unitarios | 218 |
| 8.1.1 Costos indirectos | 219 |
| 8.1.2 Costos indirectos de obra | 219 |
| 8.1.3 Costos directos | 220 |
| 8.1.4 Costos de mano de obra | 221 |
| 8.1.5 Costo unitario del trabajo | 221 |
| 8.1.6 Costos finales | 221 |

CAPITULO 9

| | |
|---------------------------------------|-----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 226 |
| 9.1 Conclusiones | 226 |
| 9.2 Recomendaciones | 227 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

- 1.1 Ubicación del proyecto en la provincia de Pichincha
- 1.2 Ubicación del proyecto en sector sur de Quito
- 1.3 Ingreso al establecimiento educativo
- 2.1 Espacio designado para el coliseo
- 2.2 Localización del proyecto.
- 2.3 Representación lineal de población futura.
- 2.4 Zonas sísmicas del Ecuador para propósito de diseño
- 2.5 Levantamiento topográfico.
- 3.1 Graderío tipo
- 3.2 Grada tipo
- 3.2 Tipos de armadura para cubiertos.
- 3.3 Tipos de apoyos
- 3.4 Estructura pórtico tipo
- 4.1 Dosificación a utilizar para 1 m³ de hormigón premezclado en sitio
- 4.2 Curva teórica resistencia de la relación agua- cemento.
- 4.3 Resistencia del Hormigón con aditivos.
- 4.4 Diagrama esfuerzo deformación
- 4.5 Perfiles formados en frío
- 4.6 Perfil G o correa
- 4.7 Ángulo de lados iguales
- 4.8 Perfiles laminados en caliente
- 4.9 Tipo de electrodos
- 4.10 Elementos de proceso de soldadura por arco protegido.
- 4.11 Elementos básicos para soldadura por arco metálico protegido

4.12 Proceso de soldadura de arco sumergido

4.13 Soldadura de cordón

4.14 Formas de soldadura ondeada

4.15 Soldadura de filete

4.16 Soldadura de tapón

4.17 Soldadura de ranura

5.1 Componentes del graderío

5.2 Vista lateral del graderío

5.3 Vista en planta del graderío

5.4 Detalles de 1 metro cuadrado de losa

5.5 Detalle de 1 metro de graderío

5.6 Área cooperante en columna crítica

5.7 Áreas cooperantes en vigas de estudio

5.7 Estructura tipo, pórtico de coliseo

5.8 Losa tipo

5.8 Distribución de correas (un lado de la cubierta)

5.9 Cargo de viento

6.1 Accesorios más utilizados en instalaciones de agua potable.

6.2 Llaves o válvulas de control

6.3 Esquema de una conexión domiciliar

6.4 Esquema de la red de agua potable en el coliseo

6.5 red contra incendios

6.6 Área de aportaciones

6.7 canal de conducción

6.8 red de instalaciones de agua servidas

TABLAS

- I. Datos de censo de población
- II. Presiones portante admisibles
- III. Datos de precipitación
- IV. Valores de factor Z en función de la zona sísmica adoptada
- V. Resistencia a la compresión estimada de concreto más utilizadas.
- VI. Resistencia a la compresión estimada de concreto para diversas proporciones de agua cemento.
- VII. Tipos de aditivos para el hormigón
- VIII. Propiedades de aceros estructurales.
- IX. Aceros de calibre (espesor) ligero.
- X. Nomenclatura utilizada en soldadura
- XI. Peralte mínimo de losas sin vigas interiores
- XII. Alturas o espesores mínimos de vigas.
- XIII. Resistencia de diseño de soldaduras(LRFD) para soldadura de Filete
- XIV. ..
- XV. Unidades equivalentes
- XVI. Gastos de artefactos
- XVII. Alturas de artefactos
- XVIII. Coeficientes de pérdida de carga.
- XIX. Resultado de cálculos de tubería
- XX. Datos de áreas de aportaciones
- XXI. Diámetros de aportación
- XXII. Diámetro de tubería para bajantes de agua lluvia
- XXIII. Gasto sanitario
- XXIV. Redes de aguas residuales
- XXV. Circuitos de instalaciones eléctricas.

CAPITULO 1

1.- GENERALIDADES

1.1 RESUMEN

La Escuela Fiscal Mixta “Celiano Monge” es uno de los centros educativos de larga trayectoria que sirve al sector sur de Quito, hoy en la actualidad se cambio a la de denominación de Institución Educativa Fiscal “Celiano Monge”. Esta entidad educativa se encuentra dentro del Distrito Metropolitano del Municipio de Quito (DMMQ), el cual brinda a la creciente población del sector una educación de calidad; a pesar de su cercanía a la ciudad capital tiene deficiencias en infraestructura que permita cumplir con tal misión, goza de un número aceptable de aulas, laboratorios y servicios básicos, un amplio patio para actividades deportivas donde se podría realizar la implantación de un coliseo multiuso, que este constituido por estructura metálica, graderíos en hormigón armado, bodegas, baterías sanitarias, por lo que la intención de este trabajo de graduación dentro de su contenido es plantear el Diseño Estructural del coliseo multiusos, como solución al problema de falta de un lugar apropiado para realizar actividades deportivas y culturales,

En los capítulos 1, 2 y 3 se presenta una monografía de la problemática para realizar el proyecto, la ubicación y la infraestructura.

En los capítulos 4,5 y 6 se describen las características de los materiales a emplearse, diseño de la edificación para uso escolar, sistemas de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, mediante la aplicación de normas y herramientas de cálculo apropiadas.

En los capítulos 7,8 y 9 se realiza una descripción del impacto ambiental del proyecto, precios unitarios y presupuesto de la obra, terminando con conclusiones y recomendaciones del trabajo.

El resultado final será el Diseño Estructural de un Coliseo teniendo como material principal perfiles metálicos de gran utilidad en construcción de estructuras de grandes luces.

1.2 ANTECEDENTES

Mediante un recorrido por las instalaciones del sitio del proyecto se pudo detectar que uno de los problemas que presenta es la falta de un espacio apropiado para que los estudiantes realicen sus actividades deportivas, culturales y sociales, las que en la actualidad se llevan a cabo en un lugar inapropiado, sin las debidas normas de higiene y protección para la salud de los alumnos que asisten a este plantel educativo. El presente proyecto de graduación contiene el diseño estructural del coliseo multiusos, para lo cual se utilizaron los conocimientos correspondientes de la rama de la ingeniería civil, como estructuras, hormigones, sanitaria entre otras, por lo que el trabajo consiste en dejar planteado el diseño, para que en un futuro cercano ya sea por medios propios u otorgados por entidades educativas correspondientes, se disponga a los beneficiarios de una infraestructura que mejore el desenvolvimiento de estas actividades deportivas y sociales, disminuyendo así la afectación de los factores climáticos en las prácticas antes mencionadas, mejorando con ello la formación física, reuniones sociales e integración del plantel y la comunidad del sur de Quito.

1.3 JUSTIFICACIÓN

A través de éste Proyecto de Tesis relacionado con el Diseño Estructural de un Coliseo Multiuso para la Escuela “Celiano Monge”; se pretende dejar planteada la solución a la falta de una infraestructura para realizar actividades deportivas,

culturales y sociales del plantel, por lo que el diseño de una edificación en estructura metálica es la alternativa.

La razón de escoger el acero como material para este trabajo de diseño estructural, se debe a que es considerado como el más capaz de adaptarse con facilidad y rapidez a diversas funciones y formas, ideal por su gran resistencia y poco peso, disponibilidad en el mercado y otras propiedades, que hacen del acero un material importante dentro de las construcciones; y que a pesar de tener una desventaja como es la necesidad de un mantenimiento permanente a fin de prevenir la corrosión debido a la intemperie; ésta es menor frente a sus otras características.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Preparar un Diseño Estructural eficiente de un Coliseo de uso Múltiple, teniendo como material principal el Acero, para mejorar el desenvolvimiento deportivo, social y cultural en la Escuela Celiano Monge.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Plantear la solución al problema de la ausencia de un espacio adecuado para realizar actividades deportivas y sociales en la Escuela Celiano Monge.
- b) Realizar el Diseño Estructural de un coliseo de uso múltiple, económico y favorablemente técnico, previo a la graduación.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de graduación contiene el procedimiento de diseño del coliseo multiusos en estructura metálica, graderíos de hormigón armado, instalaciones hidrosanitarias, instalaciones eléctricas, utilizando los conocimientos correspondientes de la rama de la ingeniería civil.

La estructura principal se diseñará en estructura metálica, con perfiles laminados en frío como canales C, correas G, ángulos, platinas, varillas redondas; el tipo de estructura escogido depende de la luz entre columnas y la separación entre ellas, la cubierta asumirá una pendiente adecuada y tendrá como material de revestimiento láminas de steel panel AR2000 de 5 milímetros de espesor, los graderíos constarán de una estructura a base de marcos dúctiles con marcos rígidos (sistemas de vigas y columnas de concreto reforzado) y losa de concreto armado, las paredes exteriores y las de separación de ambientes bajo las gradas serán de bloques prensados, los pisos bajo los graderíos serán de cerámica de alto tránsito, el piso del área multiuso constará de revestimiento industrial o tráfico pesado, la infraestructura tendrá instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y acabados correspondientes.

1.5.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Se encuentra en el cantón Quito provincia de Pichincha, sector Sur de la capital; avanzando por la Panamericana Sur a 13 Km (hoy avenida Pedro Vicente Maldonado) en dirección Norte - Sur, en el Barrio Guamaní Bajo, colindante con los barrios San José, Nueva Aurora, El Beaterio, Caupichu, y la Ciudadela Argentina. Es un sector de recursos económicos limitados. La vía de acceso principal es la Avenida Maldonado la que se encuentra en un aceptable estado; existen varias líneas de transporte público que llegan al lugar.



FIGURA N° 1.1 Ubicación del proyecto en la provincia de Pichincha

En el siguiente gráfico, se presenta una ampliación del lugar donde se encuentra ubicado el-proyecto:



FIGURA N° 1.2 Ubicación del proyecto en sector sur de Quito



Figura N° 1.3 Ingreso al establecimiento educativo

CAPITULO 2

INFORMACIÓN DE PARTIDA DEL PROYECTO

2.1 INFORMACIÓN EXISTENTE

El área total del terreno en donde se proyecta el coliseo tiene una superficie regular de aproximadamente 16950 metros cuadrados, el área disponible para la infraestructura es de 2100 metros cuadrados aproximadamente (70 metros de largo por 30 metros de ancho), lo que se demuestra en la figura a continuación.



Figura N° 2.1 Espacio designado para el Coliseo

El establecimiento educativo consta de las siguientes construcciones; diez destinadas para aulas, una, para la administración ubicada en la planta alta y laboratorios de informática en la planta baja, consta de otro laboratorio para ciencias, baterías sanitarias, casa para el conserje, parqueaderos y los servicios básicos como luz, teléfono, agua potable y alcantarillado.

2.2 PLAN GENERAL DE LA ESCUELA CELIANO MONGE

Es indudable que la educación es la base fundamental del conocimiento y éste a su vez el desarrollo de los pueblos. En esta dirección camina la Escuela Fiscal Celiano Monge, a través de planes y programas estructurados, dentro de una metodología y sistemas concebidos, y, sustentados en la realidad del medio donde se desenvuelven los actores: maestros, alumnos y padres de familia, que constituyen la trilogía del hecho educativo.

Si bien ahora estamos en el siglo XXI, donde la globalización dejó de ser un proceso para convertirse en una realidad que la deben vivir diariamente todos los países del mundo, en el campo educacional, y sobre todo de nuestro país, aún quedan espacios por cubrir; tal es así que a nivel de Escuelas Primarias se puede ver una serie de falencias en el rendimiento de los docentes y alumnos, independientemente de su ubicación geográfica (regiones Insular, Costa, Sierra y Oriente), sumando a esto el hecho que existen escuelas que se encuentran en zonas urbanas, semi urbanas y rurales y, dentro de estas las llamadas uni docentes y pluri docentes, que a su vez son completas e incompletas desde el punto de vista de su organización.

El éxito académico no sólo depende de la calidad en la entrega-obtención de conocimientos, sino también en el desarrollo de destrezas y habilidades, a través del uso de las infraestructuras puestas a disposición de los maestros y alumnos; como lo demuestra la propia Dirección Provincial de Educación y Cultura, que ha renovado su propósito de dinamizar, optimizar y distribuir de la mejor manera los recursos humanos, económicos y profesionales, pleno conocimiento de lo que se aspira con la Reforma Curricular, que es un cambio en todos los procedimientos

metodológicos-didácticos para el aprendizaje ínter aprendizaje de docentes-alumnos y la comprensión de la sociedad ecuatoriana; dotando a la escuelas de laboratorios de computación, ciencias naturales actividades prácticas e infraestructura para actividades deportivas. De ahí que, proponer un espacio adecuado como un coliseo, servirá para el desarrollo intelectual y físico de maestros y alumnos parte de la institución.

2.3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado aproximadamente en el centro de la provincia de Pichincha, en los valles sur orientales del volcán activo Pichincha, al sur oeste de la hoya del río Guayllabamba, dentro del Distrito Metropolitano del Municipio de Quito (DMMQ), la zona del proyecto está bajo la Jurisdicción de la Administración Municipal Quitumbe, compuesta por cinco parroquias: Quitumbe, Chillogallo, Ecuatoriana, Turubamba y Guamaní (sector del proyecto), a 13 kilómetros en dirección sur del centro histórico de Quito, tomando como partida la Plaza de Santo Domingo por la avenida Pedro Vicente Maldonado o Panamericana Sur.

La ubicación geográfica del proyecto es: 9964.650 N y 773.100 E, como se muestra en la Figura 2.2, al suroeste del Quito Metropolitano capital de la provincia y del país, forma parte de la zona industrial.



Figura 2.2 Localización del Proyecto

2.4 POBLACIÓN

2.4.1 POBLACIÓN ESTUDIANTIL

Según estadística proporcionada por la secretaría del plantel educativo, la población que asiste a éste centro educativo durante el año lectivo 2008 – 2009 es de 1201 alumnos, 631 varones y 570 niñas, comprendidos en edades de 5 a 13 años, estos alumnos corresponden a 842 padres de familia, por ello la asistencia a un acto público serían aproximadamente de 800 a 1000 personas.

2.4.2 POBLACIÓN EN EL SECTOR DEL PROYECTO

La población de la Administración Quitumbe sufre una variación constante por la migración hacia la zona del proyecto; los datos se obtuvieron de censos de población y vivienda realizados anteriormente por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) los que se describe a continuación:

TABLA N° I.- Datos de Censos de Población

| PARROQUIAS | CENSOS | | |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1990 | 2001 | 2005 |
| Turubamba | 7277 | 29290 | 40816 |
| Ecuatoriana | 15441 | 40091 | 46787 |
| Chillogallo | 20909 | 42585 | 45183 |
| Guamaní | 13525 | 39157 | 47724 |
| Quitumbe | 9722 | 39262 | 54787 |
| TOTAL | 66874 | 190385 | 235297 |

Fuente: Censos realizados por el INEC, años 1990,2001, 2005 VI Censo de Población y V de Vivienda.

2.4.3 POBLACION FUTURA

El cálculo de la población futura constituye una de las tareas básicas de la persona encargada del estudio estadístico de una colectividad humana, refiriéndose a un determinado momento o a su evolución. La proyección de población se convierte en un resultado del proceso de determinación de un conjunto de estimaciones de cálculos estadísticos de población, elaboradas a partir de ciertos modelos que buscan establecer las tendencias más admisibles de las variables determinantes de la actividad poblacional y con ello derivar los crecimientos de población y sus principales características.

Las proyecciones de población constituyen una base fundamental para fines de planificación de las actividades económicas y sociales de un país o de un sector. Permiten establecer los perfiles de las condiciones demográficas (estudio estadístico de una colectividad humana, referido a un determinado momento o a su evolución) que llegaría a alcanzar una población, y por ende, evaluar las implicaciones que las nuevas situaciones van imponiendo. La proyección de población se refiere al conjunto de resultados provenientes de cálculos relativos a la evolución futura de la población, partiendo usualmente de ciertos supuestos respecto al curso que seguirán la fecundidad, la mortalidad y las migraciones.

2.4.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

- Evidenciar los efectos cuantitativos que producen cambios en los cálculos de población u otros efectos que pueden, o no, suceder.
- Obtener estimaciones básicas de la población futura, útiles para la comparación de cálculos estadísticos o como elementos indispensables para cálculos demográficos.
- Derivar resultados alternativos de los volúmenes de población futura y de sus principales características, con vistas a realizar investigaciones sobre evoluciones

aparentes en las consideraciones del estudio estadístico de una colectividad humana, referido a un determinado momento o a su evolución general

2.4.3.2 USOS FUNDAMENTALES DE LAS PROYECCIONES DE POBLACIÓN

Los resultados de las proyecciones de población se utilizan cada vez más como instrumentos, indispensables para establecer con cierto margen de error, aspectos como los siguientes:

1. Establecer el número de consumidores de bienes y servicios, clasificados según diversas características (sexo, edad, distribución geográfica, tamaño y composición familiar), que constituirán la demanda potencial futura.
2. Establecer los volúmenes y características de los potenciales de oferta y demanda de mano de obra, factores esenciales para la programación del empleo y la producción de los bienes.
3. Las proyecciones de población son, por lo tanto, el principal y más valioso instrumento para establecer anticipadamente la capacidad productiva y las necesidades básicas de un sector o nación.

2.4.3.3 MÉTODOS PARA LA ELABORAR PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

2.4.3.3.1 MÉTODOS MATEMÁTICOS

La aplicación de modelos relacionales de cambio aplicable a problemas de población, tales como: Función lineal, función geométrica, exponencial, lógica, mínimos cuadrados, etc. Se considera que la población se comportará como una función matemática. Asimismo la interpolación y el ajuste de datos.

2.4.3.3.2 MÉTODOS DEMOGRÁFICOS

Modelos que incluyen el análisis de los componentes del cambio demográfico (estudio estadístico de una colectividad humana, referido a un determinado momento o a su evolución): fecundidad, mortalidad y migraciones, se denomina “método de los componentes” y se apoya en la Ecuación Compensadora. Contemplándose el cambio pasado y reciente de estas variables, se realizan hipótesis de su comportamiento futuro. Utilizan como mínimo el sexo y la edad de la población, como variables básicas.

2.4.3.3 MÉTODOS ECONÓMICOS

Se apoyan en las interrelaciones entre las variables socioeconómicas y las variables demográficas. Se utilizan para proyecciones geográficas, en este caso la formulación de hipótesis sobre el comportamiento demográfico se apoya en el análisis de las variaciones socioeconómicas. Son menos usadas porque requieren de información socio demográfica de partida, que no siempre están disponibles.

2.4.4 CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA DE LA ESCUELA

a) Utilizando el método matemático de función lineal:

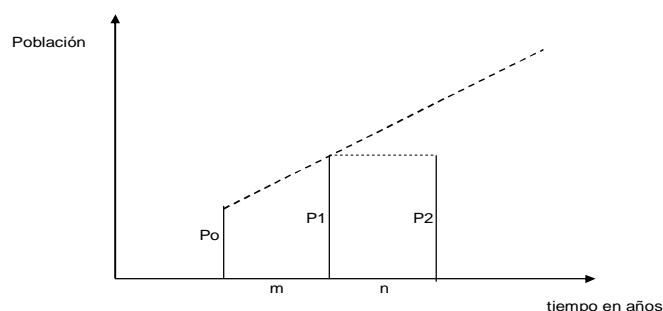


FIGURA N° 2.3 Representación lineal de población futura.

Donde; P_0, P_1 = Datos de población

P_2 = Población después de n años

m = Periodo de tiempo

n = Periodo de diseño o número de años

P_f = Población futura

P_a = Población actual

r = Índice de crecimiento

Crecimiento anual entre dos censos: $\frac{P_1 - P_0}{m}$

Crecimiento futuro en n años: $K = \left(\frac{P_1 - P_0}{m} \right) \times n$

DATOS;

Número de alumnos año lectivo 2001 – 2002, $P_0 = 900$

Número de alumnos año lectivo 2008 – 2009, $P_a = 1201$

Periodo de diseño o número de años $n = 10$

$$r = \frac{P_a - P_0}{n \times P_0} = \frac{1201 - 900}{9 \times 900} = 0.037$$

$$P_f = P_a \times (1 + r \times n) = 1201 \times (1 + 0.037 \times 10) = 1645 \text{ alumnos}$$

$$\therefore P_{f(2019)} = 1645 \text{ alumnos}$$

b) Utilizando el método Geométrico

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_a}{P_0}} - 1 = \sqrt[9]{\frac{1201}{900}} - 1 = 0,03\%$$

$$P_{f(\text{periodo})} = P_a(1 + r)^n$$

$$P_{f(2019)} = 1201(1 + 0,03)^{10} = 1614 \text{ habitantes}$$

$$\therefore P_{f(2019)} = 1614 \text{ habitantes}$$

Por lo que la población futura estimada para el año 2019 será el promedio de los resultados calculados por los dos métodos, por lo tanto:

$$Pf_{(2019)} = \frac{1598 + 1614}{2} = 1606 \text{ alumnos.}$$

2.5 MECÁNICA DE SUELOS

La presión admisible de un suelo es la capacidad para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa.

Las exploraciones del suelo que se hicieron para obtener información fue por medio de las perforaciones de pozos de 1.50 m de profundidad, realizadas para una construcción anterior, lo cual permitió ver el suelo en su estado natural. Luego de realizar una inspección visual del suelo, y de acuerdo al color, textura y consistencia, se determinó que es de tipo arcilloso, y según la tabla II, el valor de esfuerzo admisible asumido es de 19 ton/m² o de 1,9 kg/cm², valor que proporcionó ensayo de suelos, realizado por Geosuelos. (VER ANEXO)

TABLA II.- Presiones portantes admisibles

| MATERIAL | ton/m ² | OBSERVACIONES |
|----------------------|--------------------|---|
| Roca sana inalterada | 660 | La estructura sin agrietamiento |
| Roca media | 440 | |
| Roca intermedia | 220 | |
| Roca porosa o | 20-88 | |
| Suelo resistente | 130 | Bien cementado |
| Suelo resistente | 88 | Regularmente cementado |
| Suelos de grava | 110 | Compacto , bien gradado |
| Suelos de grava | 88 | Compacto con más de 10% de grava |
| Suelos de grava | 66 | Suelto , pobremente gradado |
| Suelos de grava | 44 | Suelto, mayoría de arena |
| Suelos arenosos | 33-66 | Denso |
| Arena fina | 22-44 | Denso |
| Suelos arcillosos | 55 | Duro |
| Suelos arcillosos | 22 | Consistencia media |
| Suelos limosos | 33 | Denso |
| Rellenos y suelos | 22-44 | Sólo por ensayos de campo o laboratorio |

Fuente: Frederick Merrit, "Manual Integral para diseño y Construcción" 5ª edición, Mc Grawhill, Santa Fe de Bogotá – Colombia, 1997, pág. 6.40.

Para nuestro caso según esta tabla seleccionamos visualmente, un suelo arcilloso de consistencia media con una capacidad de 22 ton/m²

2.5 HIDROLOGÍA

El área de Quito Metropolitano está localizada en la subcuenca hidrológica del Guayllabamba, dentro de esta , y específicamente dentro del Distrito Metropolitano de Quito, fluyen algunos importantes ríos: Guayllabamba, Machángara, Monjas, Pita y San Pedro.

El drenaje y la recolección de aguas lluvias serán diseñadas con datos de estudios realizados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) sobre intensidades publicadas en el año 1998, versión actualizada por el Departamento de Hidrometría, Diseño y Fiscalización de dicha entidad. Para éste estudio se toma datos de precipitación anual registrados en la estación hidrométrica Izobamba y Dac del Proyecto Sishilad Protecciones de laderas del Pichincha.

La precipitación es más intensa al sur de la ciudad que al norte, oscilando entre los 2500 mm en el sector de Chillogallo y 1200 mm al año en el Observatorio de Quito, respectivamente. En la zona del proyecto, según datos del INAMHI la precipitación gira alrededor de los 1350 mm al año, con una temperatura media de 23,6° C, se toma como base los datos pluviográficos de las estaciones meteorológicas de la red del Proyecto Sishilad (1998) de la estación Izobamba que monitorea la laderas del Pichincha.

TABLA N° III.- Datos de precipitación

| ESTACIÓN IZOBAMBA | | | ESTACIÓN DAC | | |
|-------------------|---------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
| Mes | Precipitación | Temperatura | Mes | Precipitación | Temperatura |
| | mm | °C | | mm | °C |
| Ene | 124,3 | 23,6 | Ene | 75,1 | 25,9 |
| Feb | 145,2 | 23,6 | Feb | 84,9 | 25,9 |
| Mar | 161,4 | 23,6 | Mar | 133,6 | 25,9 |
| Abr | 192,1 | 23,6 | Abr | 133 | 25,9 |
| May | 143,6 | 23,6 | May | 93,3 | 25,9 |
| Jun | 59,4 | 23,6 | Jun | 29,9 | 25,9 |
| Jul | 33,7 | 23,6 | Jul | 16,1 | 25,9 |
| Ago | 35,7 | 23,6 | Ago | 20 | 25,9 |
| Sep | 76,9 | 23,6 | Sep | 63,2 | 25,9 |
| Oct | 129,9 | 23,6 | Oct | 91,4 | 25,9 |
| Nov | 129,1 | 23,6 | Nov | 81,9 | 25,9 |
| Dic | 122 | 23,6 | Dic | 57,1 | 25,9 |
| TOTAL | 1353,3 | | TOTAL | 879,5 | |

Fuente: Estaciones hidrométricas Izobamba y Dac del Proyecto Sishilad Protecciones laderas del Pichincha.

2.6 SISMICA

En cuanto al estudio de fuerzas sísmicas para el proyecto, se basará en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC 2002) para Diseño Sismo Resistente servirá como documento actualizado para el cálculo sismo resistente de estructuras, el cual refleja lo que se conoce actualmente de la realidad sísmica del Ecuador.

2.6.1 ZONAS SISMICAS Y FACTOR DE ZONA Z

El Ecuador se encuentra dentro de una zona volcánica, la cual está sometida a grandes efectos sísmicos, pero vale indicar, que la mayor parte de la Provincia de Pichincha se encuentra en la franja central y de mayor peligro en el mapa de zonas sísmicas que parte desde el centro del País hacia el Norte.

El lugar donde se encuentra nuestro proyecto, forma parte de la zona con mayor riesgo sísmico. De allí que en el Código Ecuatoriano de la Construcción 2002, de acuerdo a la zonificación sísmica de nuestro país, la Provincia de Pichincha está designada en la zona de sismo 4, que es la de mayor riesgo sísmico, y que presenta una aceleración del suelo equivalente a 0.4 veces el valor de la gravedad.

En el Gráfico 2.4 se indica el mapa con las zonas sísmicas del Ecuador.

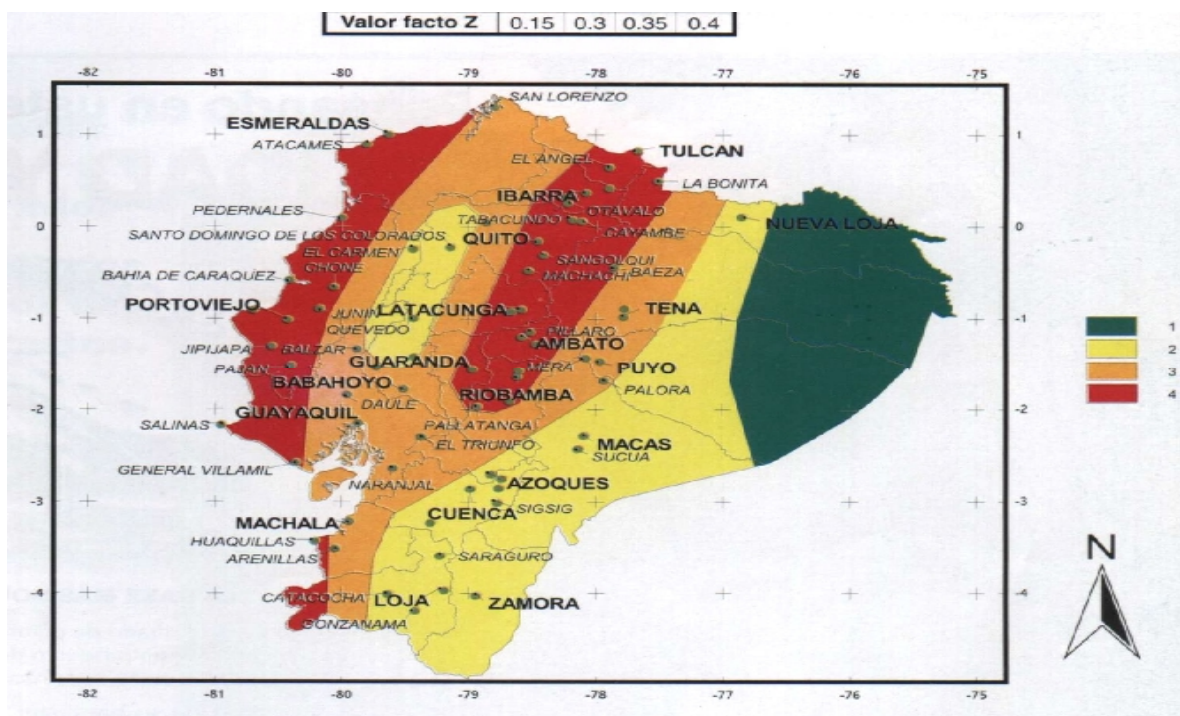


Figura 2.4 Zonas Sísmicas del Ecuador para propósitos de diseño

El sitio donde se proyectará la estructura está determinado por una de las cuatro zonas sísmicas del Ecuador, de acuerdo con la definición de zonas de la Figura 4. Una vez identificada la zona sísmica correspondiente, se adoptará el valor del factor de zona Z, según la Tabla IV. El valor de Z de cada zona representa la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

| Zona sísmica | I | II | III | IV |
|----------------|------|------|------|-----|
| Valor factor Z | 0.15 | 0.25 | 0.30 | 0.4 |

TABLA N° IV.- Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

El mapa de zonas sísmicas para propósitos de diseño incluido en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC-2002) para Diseño Sismo-Resistente proviene de un estudio completo que considera fundamentalmente los resultados de los estudios de peligro sísmico del Ecuador, así como también ciertos criterios adicionales que tienen que ver principalmente con la uniformidad del peligro de

ciertas zonas del país, criterios de cómo realizar el diseño, protecciones de ciudades importantes, y la irregularidad en curvas de definición de zonas sísmicas.

2.7 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El terreno en donde se pretende realizar el proyecto tiene una superficie irregular de aproximadamente 16950 metros cuadrados, el área disponible para tal infraestructura es de 2100 metros cuadrados (70 metros de largo por 30 metros de ancho), el área para la implantación corresponde a un suelo que anteriormente tenía uso agrícola, el Complejo Educativo está constituido por 6 aulas prefabricadas, 4 aulas de hormigón armado, baterías sanitarias, laboratorios de Ciencias Naturales, Inglés, Informática y Cultura Estética, tiene una cancha de uso múltiple pavimentada, un espacio de área verde, posee parqueadero para 50 autos aproximadamente, abastecimiento de agua potable, alcantarillado, red telefónica y electricidad de buena calidad, por el lado occidental pasa la Avenida Maldonado (Panamericana Sur) por donde es el ingreso a la Unidad Educativa, al lado oriental se encuentra colindante con el Centro de Salud “Guamaní”, al sur está el Barrio San José y al norte la Ciudadela Argentina.

2.7 TOPOGRAFÍA

La institución educativa no posee plano alguno de sus instalaciones, y al ubicar la zona del proyecto en una carta topográfica no se obtiene suficiente información, por tal razón se procedió a realizar un levantamiento topográfico en compañía de un especialista, con el cual usando instrumentos de última tecnología como una estación total, reflectores, GPS (Global Position Satelital), etc., y un ayudante, se pudo obtener el siguiente gráfico; (Ver plano en anexos).

CAPITULO 3

EL COLISEO

3.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

En este capítulo se hará una descripción breve de los componentes estructurales que constituyen el Coliseo, teniendo muy en cuenta: la utilidad, funcionalidad, diseño, reglamentación, etc., que puedan dar una comodidad aceptable a el usuario de las instalaciones de este centro deportivo, social y cultural.

El proyecto del Coliseo Multiusos para la Escuela Celiano Monge, consta básicamente de un espacio multifuncional, donde según la necesidad se podrá usar como cancha para indor-fútbol, baloncesto, voleibol y reuniones sociales; tendrá baterías sanitarias, graderíos, cabina para transmisión, los implementos como arcos para el indor, redes del voleibol y aros del baloncesto serán desmontables y fácilmente removibles los que se guardarán en las bodegas ubicadas bajo los graderíos.

El diseño Arquitectónico del coliseo se basa en la utilidad del espacio destinado a este propósito de área aproximada de 30 x 60 metros, dejando un espacio de 10 x 30 metros como patio para acceso al coliseo, se ubicará en la dirección Oriente – Occidente en la longitud más larga.

La infraestructura estará conformada por estructura metálica en columnas, vigas, y cubierta la que estará recubierta con un panel metálico, el graderío será diseñado en hormigón reforzado, las paredes serán de bloque prensado, el espacio designado para área multiusos tendrá un piso industrial debidamente señalado.

Para ubicar el espacio que se va a utilizar como canchas deportivas con sus respectivas instalaciones atléticas, hay que tomar en consideración a todo el conjunto del coliseo dentro del proyecto, por lo cual se tomó la decisión de designar la parte central del proyecto. La orientación de las canchas obedece a criterios básicos que dependen de la posición del proyecto. Se ha tomando como parte frontal a toda la infraestructura existente junto a la Avenida Pedro Vicente Maldonado. Dejando espacio adelante para su respectiva zona de parqueo.

Para el diseño arquitectónico del coliseo multiuso, se tuvo muy en cuenta varios factores que se describen a continuación, como:

3.1.1 FACTOR CLIMATICO

La cubierta del coliseo deberá controlar los agentes externos climáticos como lluvia, sol y viento, de acuerdo a las condiciones climáticas de Quito, la cubierta deberá considerar épocas climáticas bastantes diversas: un período de alta temperaturas en el verano y un período de lluvias y heladas en invierno.

El techo permitirá crear un ambiente controlado que permita evitar los extremos de temperatura y las consecuencias de la lluvia, el sol y el viento permitiendo reducir de mejor manera el costo de mantención de las superficies del proyecto deportivo y optimizar su funcionamiento, para reducir el ruido a la caída de granizo el material de cubierta deberá tener revestimiento.

3.1.2 AGENTES NATURALES

En cuanto a los agentes naturales se considerarán:

3.1.2.1 LUZ SOLAR

La cubierta no obstaculizará la transmisión de luz natural en el interior del coliseo a través de las ventanas, estableciendo como requisito básico la transmisión suficiente de iluminación en días de menor intensidad de radiación (días nublados), filtrar la radiación ultravioleta y transmitir una iluminación excesiva que mantenga uniforme la visión del espectáculo deportivo.

3.1.2.2 CONTROL TERMICO

Debido a la forma rectangular del coliseo y su ubicación respecto del sol, consideraremos el equilibrio térmico que posibilita estabilizar una temperatura continua para una mejor y más económica mantención del espacio multiuso. Como también el control térmico óptimo a los usuarios en los días más fríos y cálidos de Quito. Esto por medio de criterios tales como: La forma aerodinámica necesaria para encausar los vientos de velocidad variable en Quito, permitiendo con éstos la ventilación y circulación del aire necesaria.

El material de la cubierta es un factor importante en el control térmico, el cual controlará la transmisión térmica suficientemente necesaria, aunque es difícil contener un equilibrio térmico en un recinto de éstas características.

3.1.2.3 VENTILACIÓN

Al considerar una alta superficie captadora de calor, será necesaria la utilización de un sistema de ventilación, considerando la dirección Oriente – Occidente del viento a una velocidad de 60 km/h para la zona según el INAMHI. La ventilación debe disminuir la concentración de contaminantes (bengalas, gases, etc.), asegurando el confort interior. Se deberá considerar un corredor horizontal de viento en la parte superior de la cubierta para permitir un movimiento dinámico del viento a través de todo el coliseo, lo cual se logrará con ventoleras en sus costados

3.1.3 SONIDO

La cubierta en si conforma un sistema de rebote de las ondas sonoras, tanto de lo que ocurre en la cancha, como lo que se desarrolle en los graderíos, por lo que deberá contar con sistemas pasivos para la eliminación de la reverberancia (reflejo del sonido en una superficie que no lo absorba) en este sector, debido que impediría la buena apreciación del espectáculo. Los sistemas pasivos son determinados por materialidades absorbentes o paneles que redireccionen las ondas sonoras, que podría ser el cielo raso.

3.1.4 ILUMINACION

El objetivo de iluminar instalaciones deportivas ya sean interiores o exteriores es ofrecer un ambiente adecuado para la práctica y disfrute de las actividades deportivas por parte de jugadores y público. La norma exige focos de una intensidad mínima de 1.400 lux en la dirección del espacio principal, y de 1.000 lux hacia las otras áreas del coliseo, más un sistema de generación eléctrica para emergencia capaz de proporcionar, sin interrupciones, la misma intensidad de luminosidad que la iluminación principal.

Lux = 1 lumen/m², es la incidencia de la luz sobre una superficie (nivel de iluminación)

Lumen = Es la medida de la potencia luminosa percibida.

Ejemplo: 1000lux = 1000lumenes/1m², iluminación óptima

1000lux = 1000lumenes/10m² = 100 lux, iluminación baja.

3.1.3.1 VISIBILIDAD

La iluminación del espectáculo asegurara que los jugadores y demás objetos en movimiento sean perfectamente visibles independientemente de su tamaño,

posición en el campo, velocidad y trayectoria, luz homogénea que cubra la cancha completa colocadas en los laterales, en las esquinas del coliseo o en una combinación de ambas. Se emplearan proyectores rectangulares cuya proyección sobre el terreno tiene forma trapezoidal obteniendo como valor añadido un buen modelado de los cuerpos, focos en base a halogenuros metálicos que no distorsionen los colores.

3.1.4 PUBLICIDAD

Se contemplara sectores publicitarios acorde con las disposiciones arquitectónicas y urbanísticas, que no dañen la imagen o los espectáculos.

3.2 ÁREA DE LA CANCHA MULTIUSO

El espacio designado para área multiuso es de 30 metros por 29,60 metros que corresponde al área ubicada en el espacio central del coliseo, con visibilidad hacia todos los puestos de los graderíos, dentro del cual se ubicará una cancha para indor fútbol, voleibol, básquet debidamente señalados, que a su vez servirá de sitio para actividades culturales o reuniones sociales cuando se requiera.

3.2.1 CANCHA DE BASQUET

Las medidas de las canchas de baloncesto difieren levemente según los países; en cualquier caso, es un área rectangular con unas dimensiones que oscilan entre los 29 por 15 m hasta 22 por 13 m y en cada extremo hay un tablero vertical de aproximadamente 2 x 1 m que está anclado en un muro, suspendido del techo o montado de otra manera, de forma que su borde inferior esté a 2,7 m sobre el suelo. Las cestas o canastas se encuentran firmemente sujetas a los tableros a una altura de 3 m sobre la superficie de juego; cada una tiene un diámetro de 46 cm y consiste en un aro horizontal de metal, de cuyo borde cuelga una red de

mallas blancas. La pelota oficial es de cuero o nailon, pesa de 567 a 624 gramos y tiene una circunferencia de alrededor de 76 centímetros.

3.2.2 CANCHA DE VOLEIBOL

La pista de voleibol tiene una superficie de 9,14 por 18,29 m. Está dividida en dos lados de 9,14 m separados por una red más alta que la cabeza de los jugadores. Las reglas para jugar en un recinto interior recomiendan que haya al menos 8 m de altura sin ningún obstáculo en toda la pista. La red tiene 9,75 m de largo por 0,91 m de ancho y está confeccionada con hilo de nylon oscuro formando una malla de cuadrados de 10,2 cm de lado que se mantiene a través de la pista tensa y tirante sujeta por sus cuatro esquinas. La altura del borde superior de la red es de 2,44 m para los hombres, 2,29 m para las mujeres y 2,13 m o menos para los niños. Una línea de 5,1 cm de anchura se extiende a través de cada una de las dos áreas de juego, desde un lado hasta el otro, paralela a la línea de centro o de red, y a una distancia de 3,05 m de la misma.

3.2.3 CANCHA DE INDOR - FUTBOL

Las dimensiones de la cancha de indor-fútbol obedecen al espacio disponible en el área multiuso por lo que no está dentro del rango de las medidas reglamentarias empleadas por la Concentración Deportiva de Pichincha. El largo entre las líneas de fondo es de 26 metros, el ancho entre las líneas externas es de 25.60 metros, quedando alrededor de la cancha un espacio de 2 metros libres para movilización de jugadores y entrenadores, como se puede ver en los planos arquitectónicos.

3.3 GRADERÍOS

Los graderíos del coliseo serán diseñados en hormigón armado y constará de una losa dispuesta sobre vigas rectangulares soportadas por columnas, siguiendo todos los pasos de diseño y tomando en cuenta la reglamentación necesaria para su diseño.

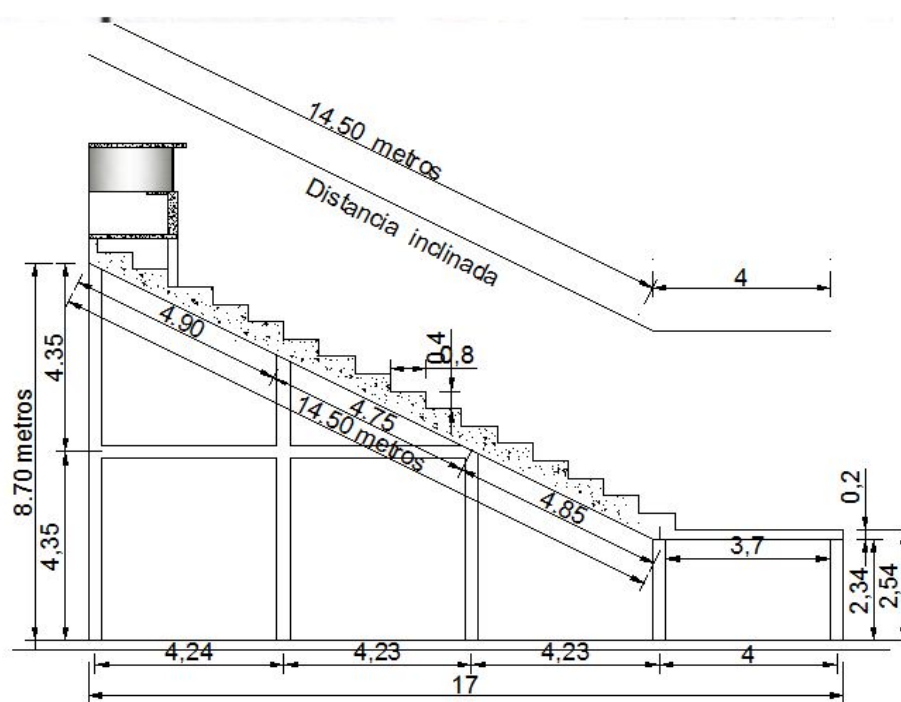


FIGURA N° 3.1 Graderío tipo

Para el diseño del graderío se tomará muy en cuenta la carga viva correspondiente para este tipo de estructura y las normas para las dimensiones de la grada según la legislación Municipal como se muestra en la siguiente figura:

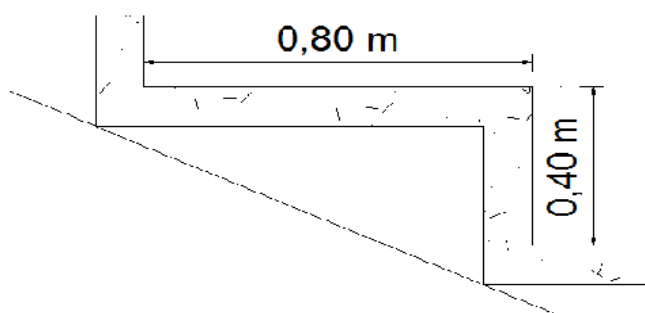


FIGURA N° 3.2 Grada tipo

3.4 CUBIERTA

Una armadura designada para techado tiene la función de proteger las construcciones o edificaciones de la acción de los elementos naturales, principalmente del viento, lluvia y sol, así como soportar las cargas aplicadas por la parte inferior (producidas por ductos, tuberías y techo propiamente dicho). Además de cumplir estas funciones, las estructuras tienen que ser capaces de soportar el peso del material de cubierta como esteel panel o planchas de fibro cemento, su carga viva y peso propio.

Generalmente el calculista o ingeniero de estructuras se enfrenta al problema de seleccionar entre una viga o una armadura para cubrir la longitud de una luz determinada y tal decisión también se influye en aspectos económicos, sin embargo, a medida que los claros por cubrir sean mayores, los altos costos de fabricación o instalación de las armaduras serán compensadas con creces por el ahorro en peso en relación con otras estructuras, una ventaja adicional de las armaduras es la que se refiere a su rigidez. Resulta difícil asignar el claro mínimo económico para las armaduras; sin embargo, se recomienda utilizarlas para claros de unos 9 m y superiores a 60 m, distancia entre caras de columnas.

El espaciamiento de las estructuras para cubierta depende del tipo de construcción del techo, de los espacios libres y de las condiciones de cimentación. Los espaciamientos comunes laterales varían de 3.5 m. a 9.0 m.; los menores se usan en luces cortas y los mayores para los de mayor extensión.

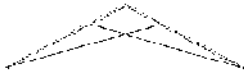
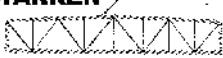
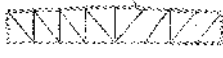




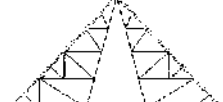

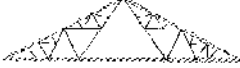
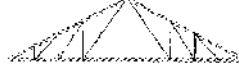
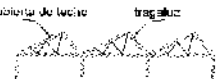
En el caso de luces o claros de 15 m. a 18 m., los espaciamientos laterales entre columnas son del orden de 3.5 m. a 6.0 m., mientras que para luces de 27m. a 30m. son del orden de 4.5 m. a 7.0 m. Las correas para espaciamientos tan grandes tienen que ser también armaduras que se unen o fijan a los bordes de las armaduras principales de cubierta.

3.4.1 CUBIERTAS TIPO

A las armaduras o cerchas se pueden definir como vigas de gran peralte, de alma llena (perfiles IP) o de celosía (perfiles laminados en frío canales U,G, ángulos y varillas) en general están constituidas por miembros formando triángulos o grupos de triángulos. Siendo el número de combinaciones posibles casi infinito.

Existen varios tipos de armaduras que se muestran en las figuras indicadas a continuación, algunas de ellas llevan el nombre del Ingeniero, Arquitecto o constructor que las diseñó por primera vez.

FIGURA N° 3.2 Tipos de armaduras para cubiertas

| | | |
|---|--|---|
| <p>TIJERA</p>  <p>Armadura utilizada para techos de iglesias o templos</p> | <p>WARREN</p>  <p>Warren cuadrangular (fondo a nivel o con ligeros declives)</p> | <p>PRATT</p>  <p>Pratt cuadrangular (fondo a nivel o con ligeros declives)</p> |
| <p>BELGIAN</p>  <p>Las diagonales perpendiculares al cordón superior están a compresión. Longitud: hasta 35 mts.</p> | <p>HOWE</p>  <p>Las diagonales de la armadura están a compresión. Longitud: hasta 30 mts.</p> | <p>HOWE</p>  <p>Las diagonales de la armadura están a compresión. Longitud: hasta 45 mts.</p> |
| <p>FINK REALZADA</p>  <p>En estas armaduras la mayoría de los elementos trazados a tensión y los que lo hacen a compresión son relativamente cortos. Longitud hasta 36 mts.</p> | <p>FINK COMPUESTA</p>  <p>En estas armaduras la mayoría de los elementos trazados a tensión y los que lo hacen a compresión son relativamente cortos. Longitud hasta 36 mts.</p> | <p>CUADRANGULAR EN ARCO</p>  <p>Usadas para techos curvos. Longitud: hasta 36 mts.</p> |
| <p>FINK</p>  <p>Armadura para pendientes 1:3 a 1:2 son más aplicables. Longitud: hasta 36 mts.</p> | <p>PRATT</p>  <p>Las diagonales de la armadura están a tensión. Longitud: hasta 30 mts.</p> | <p>DIENTE DE SIERRA</p>  <p>Armadura utilizada para tragaluces. Longitud: hasta 10 mts.</p> |

Fuente: MEDINA Salvador, Estructuras de acero, Análisis Básico 2ª. Edición, 2009, Obreval Impresiones, Quito-Ecuador, pág. 7

Con respecto a los apoyos, las armaduras bidimensionales cuentan siempre con apoyos libres o articulaciones que proporcionan uno o dos componentes de

reacción, respectivamente, en las armaduras tridimensionales se utilizan los mismos tipos de apoyos, con la diferencia que el número de componentes puede variar.



Figura 3.3 Tipos de apoyos

Existen otros tipos de estructuras para cubiertas, las que son la combinación de una o de dos de las anteriores, dependiendo del tipo de construcción.

La estructura para nuestro proyecto que tiene una luz entre columnas de 30 metros con separación entre columnas de 6 metros, es la combinación de la fink realizada con la howe como se demuestra a continuación:

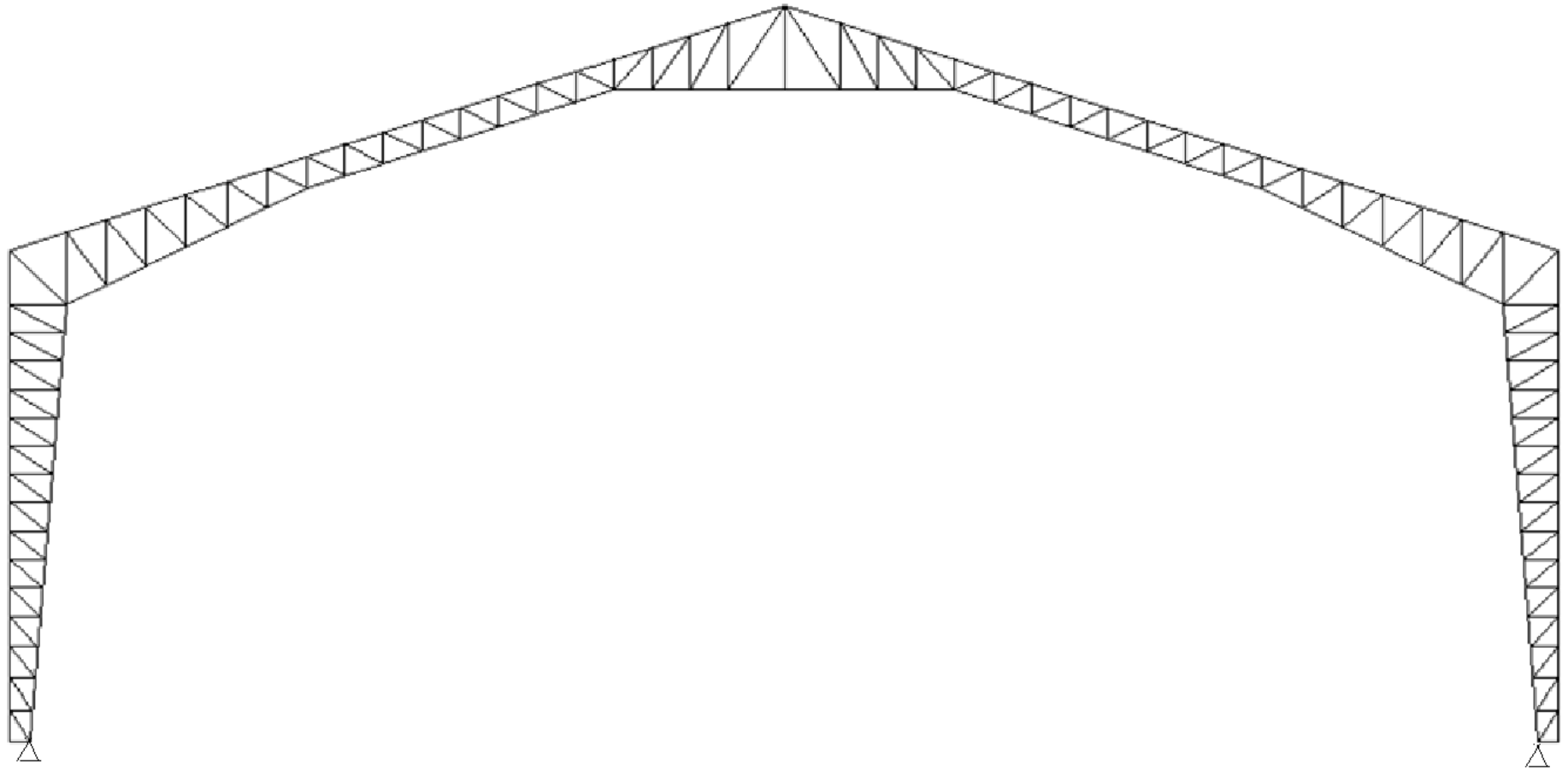


FIGURA 3.4 Estructura Pórtico tipo

3.5 BATERIAS SANITARIAS

En el diseño de instalaciones hidrosanitarias que comprende agua potable y aguas servidas, se debe tener muy en cuenta las reglamentaciones, para determinar cuál es necesaria antes de comenzar un proyecto; por tal motivo nos basaremos en el Código Ecuatoriano de la Construcción y Ordenanzas Municipales acerca de normas en lo que se refiere a sistemas de agua potable y alcantarillado.

En la construcción de las edificaciones, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, debido a que debe satisfacer las necesidades básicas del ser humano como son: el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza del hogar, para eliminar desechos orgánicos, etc.

Las instalaciones sanitarias estudiadas en este caso, son del tipo público, donde se consideran los aparatos sanitarios para uso particular, básicamente deben cumplir con las exigencias de funcionalidad, durabilidad y economía en todo el coliseo.

El diseño de la red sanitaria que comprende el cálculo de la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios utilizados y el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos: conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería, entre otros. Conociendo estos datos se logrará un correcto dimensionamiento de las tuberías y accesorios a utilizarse.

Para el diseño de las baterías sanitarias se toma en cuenta los reglamentos Municipales para edificios de espectáculos deportivos, como se indica a continuación:

Artículo 272:

- Los servicios serán independientes para ambos sexos y se diseñará de tal modo que ningún mueble o pieza sanitaria sea visible desde el exterior, aún cuando estuviese la puerta abierta.
- Se considerará por cada 450 espectadores o fracción, 1 inodoro, 3 urinarios y dos lavabos para hombres.
- Se considerará por cada 450 espectadores o fracción, 2 inodoros, 1 lavabo para mujeres.
- En cada sección se preverá por lo menos un bebedero de agua potable.
- Los deportistas y demás participantes del espectáculo tendrán vestidores y servicios sanitarios que incluyan duchas, separados de los del público.

3.6 INSTALACIONES ELECTRICAS

En el presente proyecto se tratará de satisfacer la demanda de energía eléctrica dentro del coliseo, tanto en su iluminación como en tomacorrientes o fuerza por medio de redes de baja tensión, es decir hasta 127 voltios, además se propondrá un sistema de energía de emergencia o generador eléctrico a combustible (gasolina, diesel o gas) que cubra con la dotación de energía suficiente en caso de que sea necesario.

3.7 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

Como estructura complementaria se tomará en cuenta, el diseño estructural de la caseta de transmisión que a su vez servirá como cabina de control de sonido y estará ubicada en el lado oeste del coliseo, en la parte superior, al centro del graderío sobre el acceso principal, contará con las instalaciones necesarias.

3.8 EQUIPAMIENTO

En el proyecto se contemplará la colocación de conexiones para sonido, lámparas suficientes para una normal visibilidad de los espectáculos, accesorios contra incendios, puerta de escape o emergencia, seguridades en las gradas, sillas para los sectores destinada jugadores locales y visitantes, un calefón para dotación de agua caliente para duchas y lavaplatos en el bar.

CAPITULO 4

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

4.1 HORMIGÓN

Uno de los elementos más utilizados en las obras civiles, es el hormigón. Este se presenta en una gran variedad, dependiendo de los requerimientos de la estructura en proyección; de ahí que en el proceso constructivo es recomendable identificar los posibles problemas que pudiese tener la construcción del proyecto, para responder interrogantes como: ¿qué hormigón utilizar?, ¿qué molde o encofrado es el apropiado?, ¿cómo realizar el trabajo de hormigonado?

Sin embargo, en la actualidad el desarrollo de tecnologías especiales, para los requerimientos que presenta el trabajo de la construcción, ha hecho que las labores se haga en forma menos complicada y menos costosa. Dentro de los progresos que más han ayudado, se encuentran: el estudio de los aditivos, que se necesitan para mantener las características del hormigón durante el proceso de hormigonado y posterior fraguado, utilización de estructuras prefabricadas y maquinarias específicas para estas labores. Claro está, que los materiales y tecnologías a utilizar para y durante la construcción de una estructura que esté en ambiente sumergido, dependerán de su magnitud y posterior utilización, para llegar a conocer el comportamiento del hormigón, las formas de hormigonar, y los cuidados que hay que tener al construir estructuras de hormigón.

El hormigón es una piedra artificial formada al mezclar apropiadamente cuatro componentes básicos: Cemento, Arena, Grava, Agua. El hormigón hecho con cemento tiene un uso extenso como material de construcción debido a sus muchas características favorables. Una de las más importantes es la alta relación de

resistencia-costo en muchas aplicaciones. Otra es que el hormigón, mientras está plástico, puede colocarse con facilidad dentro de las formas o encofrados a temperaturas normales para producir casi cualquier forma.

Además el hormigón tiene una alta resistencia al fuego y a la penetración del agua

Pero el hormigón también tiene desventajas. Una importante es que en ocasiones, el control de calidad no es tan bueno en relación a otros materiales de construcción, porque con frecuencia no hay un responsable absoluto de su preparación en los sitios de construcción. Otra es que el concreto es un material de relativa fragilidad, su resistencia a la tensión es pequeña comparada con su resistencia a la compresión. No obstante esta desventaja puede contrapesarse reforzando o pre esforzando. La combinación de los dos materiales, o sea, el hormigón reforzado o armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno.

Las características del hormigón se pueden clasificar de la siguiente manera:

La **trabajabilidad**, es una propiedad importante para muchas aplicaciones del hormigón aunque resulta difícil de evaluar, en esencia, es la facilidad con la que pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad.

Para el efecto se hacen pruebas de revestimiento, el mismo que es la colocación de una probeta de la mezcla en un molde de forma troncocónica, de 12 pulg. de altura, con una base de 8 pulg. y una parte superior de 4 pg de diámetro (Especificación ASTM C 143). Cuando se quita el molde se mide el cambio de altura de la probeta. Cuando la prueba se realiza de acuerdo a las especificaciones ASTM, es cambio de altura se considera como el revenimiento.

La **durabilidad**, es otra importante propiedad del hormigón, este debe ser capaz de resistir a la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio.

Agentes químicos como ácidos inorgánicos, ácidos acéticos y carbónicos y los sulfatos de calcio, sodio, magnesio, potasio, aluminio y hierro desintegran y dañan el hormigón.

Mejorar la impermeabilidad del hormigón lo logramos adicionando aire incluido del 2% al 6%, así también como diseñar las estructuras con hormigones más densos de alta resistencia.

El **cambio de volumen**, es otra característica del hormigón que se debe tomar en cuenta. La expansión debida a las reacciones químicas entre los ingredientes puede ocasionar pandeo y la contracción al secarse puede producir grietas.

La **resistencia**, es una propiedad que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general, se determina por la resistencia de una probeta en compresión; pero en ocasiones por la capacidad de flexión o de tensión, como el hormigón suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

La resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días puede calcularse a partir de la resistencia a los siete días por la fórmula propuesta por W.A.Slater (Proceedings of the American Concrete Institute, 1926)

$$S_{28} = S_7 + 30 (S_7)^{0.50}$$

En dónde:

S_{28} = resistencia a la compresión a los 28 días, lb/pg²

S_7 = resistencia a la compresión a los 7 días, lb/pg²

El escurrimiento plástico, es una deformación que ocurre con carga constante durante largo tiempo. La deformación del concreto continúa pero con una rapidez que disminuye con el tiempo. Es al esfuerzo con cargas de trabajo y aumenta cuando se incrementa la relación agua/cemento; disminuye cuando aumenta la humedad relativa

4.1.1.- EL CEMENTO

4.1.1.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS DEL CEMENTO

La historia del cemento es la historia misma del hombre en la búsqueda de un espacio para vivir con la mayor comodidad, seguridad y protección posible. Desde que el ser humano supero la época de las cavernas, ha aplicado sus mayores esfuerzos a delimitar su espacio vital, satisfaciendo primero sus necesidades de vivienda y después levantando construcciones con requerimientos específicos.

Templos, palacios, museos son el resultado del esfuerzo que constituye las bases para el progreso de la humanidad. El pueblo egipcio ya utilizaba un mortero – mezcla de arena con materia cementosa – para unir bloques y lozas de piedra para sus asombrosas construcciones. Los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada; un material volcánico muy apropiado para estas aplicaciones lo encontraron los romanos en un lugar llamado Pozzuoli y que aún actualmente lo conocemos como Pozzolana.

Investigaciones y descubrimientos a lo largo de miles de años, nos conducen a principios del siglo pasado, cuando en Inglaterra fue patentada una mezcla de caliza dura, molida y calcinada con arcilla, que al agregársele agua, producía una pasta que de nuevo se calcinaba se molía y batía hasta producir un polvo fino que es el antecedente directo de nuestro tiempo.

El nombre del cemento Portland le fue dado por la similitud que esta tenía con la piedra de la isla de Portland del canal ingles. La aparición de este cemento y de su producto resultante (el concreto) ha sido un factor determinante para que el mundo adquiriera una fisonomía diferente. Edificios, calles, avenidas, carreteras, presas y canales, fabricas, talleres y casas, dentro del más alto rango de tamaño y variedades nos dan un mundo nuevo de comodidad, de protección y belleza donde realizar nuestros más ansiados anhelos, un mundo nuevo para trabajar, para crecer, para progresar, para vivir.

A continuación se describe los acontecimientos sobresalientes del Cemento:

1824: James Parker, Joseph Aspdin patentan al Cemento Portland, materia que obtuvieron de la calcinación de alta temperatura de una Caliza Arcillosa.

1845: Isaac Johnson obtiene el prototipo del cemento moderno quemado, alta temperatura, una mezcla de caliza y arcilla hasta la formación del "clinker".

1868: Se realiza el primer embarque de cemento Portland de Inglaterra a los Estados Unidos.

1871: La compañía Coplay Cement produce el primer cemento Portland en lo Estados Unidos.

1904: La American Standard For Testing Materials (ASTM), publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento Portland.

1906: En C.D. Hidalgo Nuevo León se instala la primera fábrica para la producción de cemento en México, con una capacidad de 20,000 toneladas por año.

1992: CEMEX se considera como el cuarto productor de cemento a nivel MUNDIAL con una producción de 30.3 millones de toneladas por año.

4.1.1.2.- PROCESO DE MANUFACTURA Y TIPOS DE CEMENTOS

El proceso de manufactura de cemento consiste, esencialmente, en trituración de los materiales crudos (calizas y arcillas); su mezcla en proporciones adecuadas y la calcinación a una temperatura aproximada de 1400°C, dentro de un cilindro rotativo, lo que provoca una fusión parcial de material, conformándose en bolas llamado **Clinker**. El Clinker es enfriado y luego molido junto al yeso hasta convertirlo en un polvo fino llamado cemento Pórtland.

Existen diversos tipos de cemento Pórtland:

Tipo I: Cemento Ordinario que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en hormigones normales que no están expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.

Tipo II: Cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como **cementos antibacteriales** que se pueden usar en piscinas; **cementos hidrófobos** que se deterioran muy poco con la presencia de líquidos agresivos; **cementos de albañilería** que se los emplea en la colocación de mampostería; **cementos impermeabilizantes** que se los utiliza en elementos estructurales en los que se desea evitar filtraciones.

Tipo III: Son los **cementos de fraguado rápido**, que suelen utilizarse en obras de hormigón que están en contacto con flujos de agua durante la construcción.

Tipo IV: Los cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de hormigón, tales como presas, etc.

Tipo V: Son los cementos resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del hormigón o en el propio medio ambiente. La presencia de sulfatos junto a otros tipos de cementos provoca la desintegración progresiva del hormigón y la destrucción de la estructura interna del material compuesto.

Otros tipos de cementos son:

Cemento Portland sin agregados, es el producto que se obtiene de la pulverización de una mezcla de clínquer y sulfato de calcio con agua (yeso hidratado).

Cementos siderúrgicos: Es el producto que se obtiene de la mezcla conjunta de clínquer, escoria básica granulada de alto horno y yeso. La escoria básica granulada, es el producto que se obtiene por enfriamiento brusco de la masa fundida no metálica, que resulta en el tratamiento de mineral de hierro, en un alto horno. Si tiene menos de 30% de escoria básica, se denomina Cemento Portland Siderúrgico.

Cemento con agregado es el producto que se obtiene de molienda conjunta con clínquer, agregado tipo A y yeso. El agregado tipo A es una mezcla de sustancias, compuestas por un material cálcico-arcilloso, que ha sido calcinado a temperatura superior a 900°C, y otros materiales a base de óxidos de silicio, aluminio y fierro. Si

contiene menos del 30% del agregado tipo A se llama Cemento Portland Tipo A, y si tiene entre 30 y 50% se llama Cemento Tipo A.

Cemento Pozolánico Es el producto que se obtiene de la molienda conjunta del clínquer, puzolana y yeso. La Puzolana es el material sílico-aluminoso que, aunque no posee propiedades aglomerantes, las desarrolla cuando está finamente dividido y en presencia de agua, por reacción química con el hidróxido de calcio, a la temperatura ambiente.

4.1.2.- AGREGADOS

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregado y pasta. La pasta, compuesta de Cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos

4.1.2.1.- AGREGADOS FINOS

Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm. Depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba o tamiz resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad.

4.1.2.2.- AGREGADO GRUESO

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita más agua y cemento para

agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, para revenimiento de aproximadamente 7.5 cm para un amplio rango de tamaños de agregado grueso.

El número de tamaño de la granulometría (o tamaño de la granulometría). El número de tamaño se aplica a la cantidad colectiva de agregado que pasa a través de un arreglo mallas. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño. Por ejemplo, el agregado de número de tamaño 67 tiene un tamaño máximo de 25 mm y un tamaño máximo nominal de 19 mm. De noventa a cien por ciento de este agregado debe pasar la malla de 19 mm y todas sus partículas deberán pasar la malla 25 mm. Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe pasar:

- 1): Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
- 2): Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
- 3): Un tercio del peralte de las losas.

En cuanto a su granulometría podemos citar que este agregado tiene no muy buena graduación, con presencia de elementos de tamaño considerablemente grande, propios de un canto rodado, lo que podrá en producir problemas al vaciado en elementos estructurales en los que exista gran cantidad de armadura, y más probable en los nudos (unión columna-viga).

4.1.3.- DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO

En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado. Variación de las proporciones en volumen absoluto de los materiales usados en el concreto. . Para cualquier conjunto específico de materiales y de condiciones de curado, la cantidad de concreto endurecido está determinada por la

cantidad de agua utilizada en la relación con la cantidad de Cemento. A continuación se presenta algunas ventajas que se obtienen al reducir el contenido de agua:

- Se incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión.
- Se tiene menor permeabilidad, y por ende mayor hermeticidad y menor absorción.
- Se logra una mejor unión entre capas sucesivas y entre el concreto y el esfuerzo.
- Se reducen las tendencias de agrietamientos por contracción.

Entre menos agua se utilice, se tendrá una mejor calidad de concreto a condición que se pueda consolidar adecuadamente. Menores cantidades de agua de mezclado resultan en mezclas más rígidas; pero con vibración, aun las mezclas más rígidas pueden ser empleadas. Para una calidad dada de concreto, las mezclas más rígidas son las más económicas. Por lo tanto, la consolidación del concreto por vibración permite una mejora en la calidad del concreto y en la economía. Las propiedades del concreto en estado fresco (plástico) y endurecido, se puede modificar agregando aditivos al concreto, usualmente en forma líquida, durante su dosificación. Los aditivos se usan comúnmente para (1) ajustar el tiempo de fraguado o endurecimiento, (2) reducir la demanda de agua, (3) aumentar la trabajabilidad, (4) incluir intencionalmente aire, y (5) ajustar otras propiedades del concreto. Después de un proporcionamiento adecuado, así como, dosificación, mezclado, colocación, consolidación, acabado, y curado, el concreto endurecido se transforma en un material de construcción resistente, no combustible, durable, resistencia al desgaste y prácticamente impermeable que requiere poco o nulo mantenimiento. El concreto también es un excelente material de construcción porque puede moldearse en una gran variedad de formas, colores y texturizados para ser usado en un número ilimitado de aplicaciones.

El concreto recién mezclado debe ser plástico o semifluido y capaz de ser moldeado a mano. Una mezcla muy húmeda de concreto se puede moldear en el sentido de que puede colocarse en una cimbra, pero esto no entra en la definición de " plástico " aquel material que es plegable y capaz de ser moldeado o formado como un terrón de arcilla para moldar.

En una mezcla de concreto plástico todos los granos de arena y las piezas de grava o de piedra que eran encajonados y sostenidos en suspensión. Los ingredientes no están predispuestos a segregarse durante el transporte; y cuando el concreto endurece, se transforma en una mezcla homogénea de todos los componentes. El concreto de consistencia plástica no se desmorona si no que fluye como líquido viscoso sin segregarse. El revenimiento se utiliza como una medida de la consistencia del concreto. Un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia dura. En la práctica de la construcción, los elementos delgados de concreto y los elementos del concreto fuertemente reforzados requieren de mezclas trabajables, pero jamás de mezclas similares a una sopa, para tener facilidad en su colocación. Se necesita una mezcla plástica para tener resistencia y para mantener su homogeneidad durante el manejo y la colocación. Mientras que una mezcla plástica es adecuada para la mayoría con trabajos con concreto, se puede utilizar aditivos súper fluidificantes para adicionar fluidez al concreto en miembros de concretos delgados o fuertemente reforzados.

Para el Mezclado: los componentes básicos del concreto para asegurarse que estén combinados en una mezcla homogénea se requieren de esfuerzo y cuidado. La secuencia de carga de los ingredientes en la mezcladora representa un papel importante en la uniformidad del producto terminado. Sin embargo, se puede variar esa secuencia y aun así producir concreto de calidad. Las diferentes secuencias requieren ajustes en el tiempo de adicionamiento de agua, en el número total de revoluciones del tambor de la mezcladora, y en la velocidad de revolución. Otros factores importantes en el mezclado son el tamaño de la revoltura en la relación al tamaño del tambor de la mezcladora, el tiempo transcurrido entre la dosificación y el mezclado, el diseño, la configuración y el estado del tambor mezclador y las paletas. Las mezcladoras aprobadas, con operación y mantenimiento correcto, aseguran un intercambio de materiales de extremo a extremo por medio de una acción de rolado, plegado y amasado de la revoltura sobre si misma a medida que se mezcla el concreto.

La facilidad de colocar, consolidar y acabar al concreto recién mezclado se denomina trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero no se debe segregar excesivamente. El sangrado es la migración de el agua hacia la superficie superior

del concreto recién mezclado provocada por el asentamiento de los materiales Sólidos – Cemento, arena y piedra dentro de la masa.

Relación Agua – Cemento

El asentamiento es consecuencia del efecto combinado del la vibración y de la gravedad, un sangrado excesivo aumenta la relación Agua - Cemento cerca de la superficie superior, pudiendo dar como resultado una capa superior débil de baja durabilidad, particularmente si se lleva a cabo las operaciones de acabado mientras está presente el agua de sangrado. Debido a la tendencia del concreto recién mezclado a segregarse y sangrar, es importante transportar y colocar cada carga lo más cerca posible de su posición final. El aire incluido mejora la trabajabilidad y reduce la tendencia del concreto fresco de segregarse y sangrar.

La mezcla de concreto se especifica al peso en kg, de agua, arena, agregado grueso y aditivos que se utilizarán por cada saco de cemento de 50 kg. Además se debe especificar el tipo de cemento, módulo de finura de los agregados y tamaño máximo de los agregados. En ocasiones la mezcla se especifica con la proporción, por peso, entre cemento, arena y agregado grueso.

En cuanto a la cantidad de agua utilizada debe incluir el agua absorbida por los agregados secos o se debe reducir según la cantidad de agua libre en agregados húmedos.

En la tabla No. V, se estima la resistencia a la compresión a los 28 días que puede obtenerse con diversas proporciones de agua-cemento, con y sin inclusión de aire. Se tiene que aclarar que la inclusión de aire permite disminuir la cantidad de agua, por eso es factible, una proporción más baja de agua-cemento para una trabajabilidad dada, cuando hay inclusión de aire.

| MATERIALES | Unidad | Resistencia Especificada en Kg/cm ² | | | |
|---------------------|----------------|--|-----|-----|-----|
| | | 180 | 210 | 240 | 280 |
| Cemento Portland | Sacos de 50 Kg | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Agua | Litros | 32 | 29 | 27 | 25 |
| Piedra Homogenizada | Cajonetas | 4 | 4 | 4 | 3 |
| Arena | Cajonetas | 4 | 3 | 3 | 2 |

TABLA No. V: Resistencia a la compresión estimada de concreto más utilizadas

| Relación A/C | Resistencia media a la compresión (fcm) probable a los 28 días Kg/cm ² | |
|--------------|--|------------------|
| | Hormigón sin aire incorporado | Hormigón aireado |
| 0.35 | 420 | 335 |
| 0.44 | 350 | 280 |
| 0.53 | 280 | 225 |
| 0.62 | 225 | 180 |
| 0.71 | 175 | 140 |
| 0.80 | 140 | 110 |

TABLA No. VI: Resistencia a la compresión estimada de concreto para diversas proporciones de agua cemento

Se ha diseñado la estructura con un hormigón de resistencia a la compresión a los 28 días de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, por lo que el diseño de dicho hormigón lo podemos definir de la siguiente manera:

HORMIGÓN MEZCLADO EN OBRA
 $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

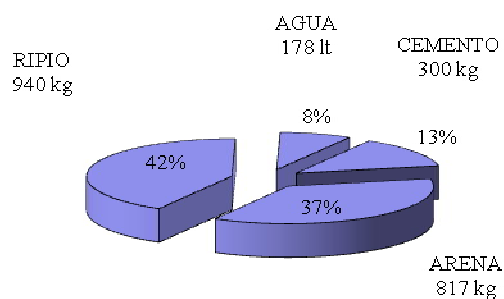
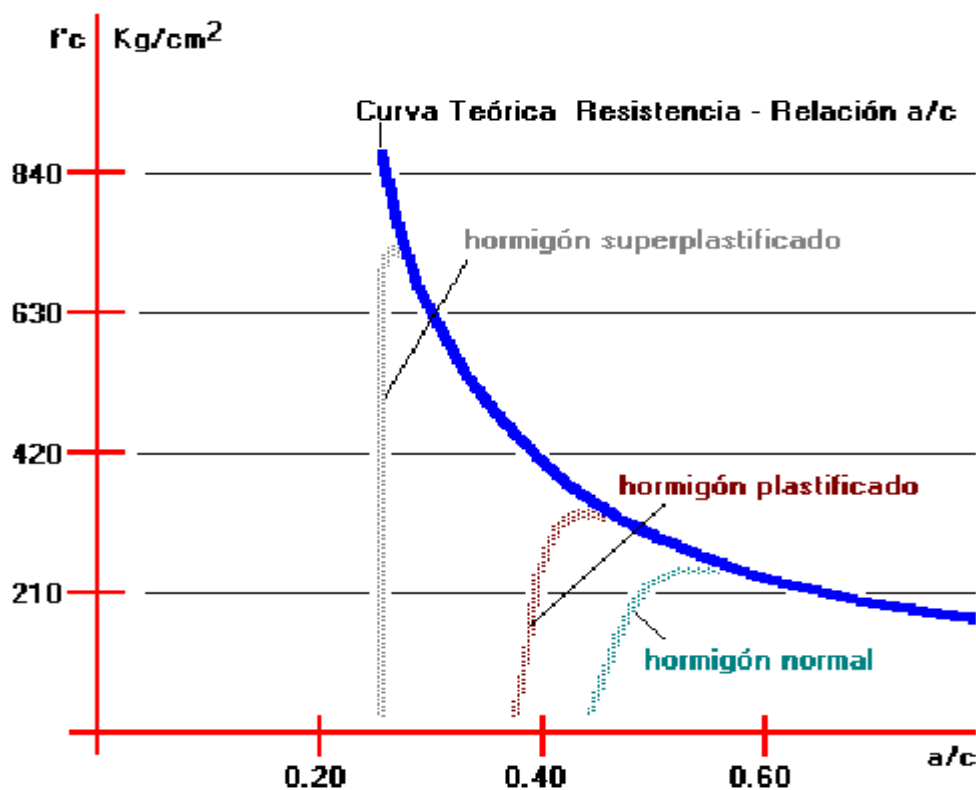


FIGURA No. 4.1: Dosificación a utilizar para 1 m³ de hormigón mezclado en sitio

Figura 4.2 Curva teórica resistencia de la Relación agua – cemento



4.1.4.- ADITIVOS PARA EL HORMIGÓN

Los aditivos para el hormigón son los materiales que, aparte del cemento, los agregados y el agua empleados en la preparación del hormigón, pueden incorporarse antes o durante la ejecución de la mezcla, con el fin de modificar alguna o varias de sus propiedades del hormigón, el volumen aportando por el aditivo no es significativo.

4.1.4.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS

Son los ingredientes que se agregan al hormigón, antes o durante el amasado, con el fin de conferirles alguna cualidad determinada. En los hormigones marítimos son frecuentemente usados los reductores de agua, para mejorar la trabajabilidad y

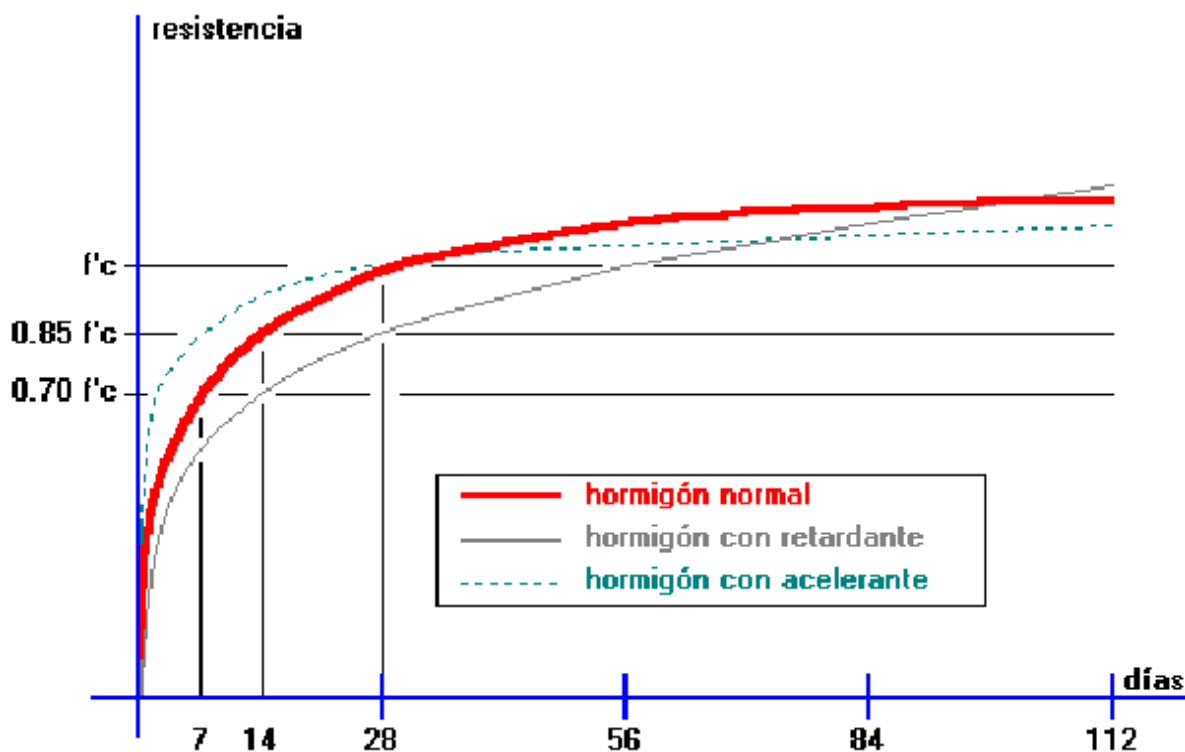
reducir la segregación durante la manipulación. Retardadores y Plastificantes son muy usados en los hormigones sumergidos. A continuación se muestra una tabla con algunos aditivos que son utilizados en la preparación de hormigones:

| TIPO | CARACTERISTICAS | MATERIALES | CUALIDADES |
|------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Plastificantes | Otorgan trabajabilidad de 3% a 5% del peso del cemento | Arcillas y puzolanas | Mejora arenas gruesas y bajas dosificaciones de cemento. |
| Fluidificantes | Reducen agua de amasado 0,5 % del peso del cemento | Sulfato de calcio | Mejora la trabajabilidad de hormigones secos |
| Aireantes | Mejora la plasticidad y resistencia a las heladas | Aceites vegetales y minerales | Disminuye la resistencia |
| Retardantes | Retarda la hidratación (por calor, transporte a distancia o continuación de llenado) | Glucosas, ácidos cítricos y tartárico | Disminuye resistencia inicial; puede mejorar la final |
| Acelerantes | Aumenta la velocidad de hidratación. Menor al 2% de peso del cemento | Cloruros | Aumenta la retracción |
| Hidrófugos | Detiene absorción capilar | Bentonita, siliconas y silicatos | Obturador de poros |
| Anticongelantes | Para hormigón fresco | Acelerantes y plastificantes | Evita formación de hielo |
| Antiheladizos | Para hormigón endurecido | Aireantes | Evita disgregación |

TABLA VII.- Tipos de aditivos para el Hormigón

La aceleración o disminución de aceleración del proceso de fraguado mediante acción de los aditivos o mediante cementos apropiados, a más de afectar la velocidad de obtención de resistencia del hormigón a corto plazo, tiene efecto sobre la resistencia del hormigón a largo plazo.

La aceleración inicial del proceso conduce a resistencias menores a largo plazo, pues el agua de curado tiene menor nivel de penetración por el endurecimiento del hormigón, como se demuestra en el siguiente gráfico:

Figura 4.3 Resistencia del hormigón con aditivos

4.2 ACERO DE REFUERZO

4.2.1 PRIMEROS USOS DEL HIERRO Y DEL ACERO

Hierro: elemento químico natural y metálico de gran resistencia mecánica (Fe).

Acero: aleación de hierro (99 %) y carbono (1 %) y de otros elementos de la más alta resistencia mecánica.

4.2.2 ACERO ESTRUCTURAL

Por muchas características favorables que tienen los aceros estructurales, ha llevado a que se utilicen en una gran variedad de aplicaciones. Los aceros estructurales están disponibles en muchas formas de productos que ofrecen una alta resistencia, tienen un módulo de elasticidad muy alto, de manera que las

deformaciones bajo carga son muy pequeñas, El término **aceros estructurales** incluye un gran número de aceros que debido a su economía, resistencia, ductilidad y otras propiedades son muy utilizados en diferentes tipos de estructuras, que deben cumplir con las especificaciones determinadas por la American Society for Testing and Materials (ASTM), que suministra la "calidad del acero", los niveles de resistencia variados se obtienen por la variación de la composición química y el tratamiento del calor. Otro factor que puede afectar a las propiedades mecánicas es el espesor del producto, temperatura final, porcentaje de enfriamiento, y elementos residuales.

4.2.3 VENTAJAS DEL ACERO COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL

El acero es un material estructural capaz de adaptarse con facilidad y rapidez a diferentes funciones si se considera su gran resistencia, su bajo peso, la facilidad de fabricación y otras propiedades convenientes que se detallan a continuación:

“Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos”.

“Homogeneidad: las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales”.

“Elasticidad: el acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables”.

“Precisión dimensional: los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección”.

“Ductilidad: el acero permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión, ayudando a que las fallas sean evidentes”.

“Tenacidad: el acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica)”.

“Facilidad de unión con otros miembros: el acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles”.

“Rapidez de montaje: la velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales”.

“Disponibilidad de secciones y tamaños: el acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas”.

“Costo de recuperación: las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero”.

“Reciclable: el acero es un material 100 % reciclable además de ser degradable por lo que no contamina”.

“Permite ampliaciones fácilmente: el acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla”.

“Se pueden prefabricar estructuras: el acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud”.

“ Tomado del Libro Curso de Estructuras de acero y Madera, de Ing Jorge Vásquez Narváez”, 1ª edición, febrero del 2001, Universidad Central del Ecuador.

4.2.4 DESVENTAJAS DEL USO DE ACERO ESTRUCTURAL

Corrosión: el acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos (primarios anticorrosivos) exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable.

Calor, fuego: en el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardante) como mortero, concreto, asbesto, etc.

Fatiga: la resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión

Susceptibilidad al Pandeo: Cuanto más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, mayor es el peligro de su pandeo. El diseño de estructuras de acero con elementos muy esbeltos, posiblemente diseñados solo para esfuerzos de tensión, puede acarrear problemas cuando por algún imprevisto se presentan esfuerzos de compresión que pueden ser determinantes para una falla de pandeo.

Fallas de las estructuras: Una estructura de acero falla en la mayoría de los casos, no solo por los malos diseños de resistencia de la estructura, sino también por poner poca atención en las particularidades tales como; detalles de las conexiones, deflexiones de los elementos, proceso de fabricación y montaje, diseño de los apoyos o la cimentación. De manera que, las conexiones no sean las suficientes, los anclajes no tengan el ancho necesario, se produzcan encharcamientos y acumulación de granizo en la cubierta, falta colocación de arriostramiento.

4.2.5 ACEROS ESTRUCTURALES, CARACTERÍSTICAS Y TIPOS

El acero es el producto de una aleación que consiste principalmente de hierro en un porcentaje del 98% y de pequeñas cantidades de carbono, silicio, manganeso, azufre, fósforo y otros elementos. El carbono es el elemento que influye mayormente en las propiedades del acero, la dureza y resistencia dependen de la cantidad de carbono que contenga el acero, a mayor cantidad de carbono en el

acero, el producto es frágil y su soldabilidad difícil, a menor cantidad de carbono en el acero el producto es más suave y fácilmente deformable.

Debido a la gran demanda del acero como material estructural, en la actualidad se tiene una extensa variedad de aceros estructurales, con influyentes mejoras en su resistencia, ductilidad, estricto con los agentes atmosféricos y a la acción de la corrosión.

El esfuerzo de fluencia, F_y mide la resistencia estructural del acero. Por mucho tiempo estuvo limitado a 33.000 lb/pulg² (33ksi), y en la actualidad se obtienen fácilmente aceros desde 32 hasta 130 ksi.

La ductilidad es la propiedad que tiene el acero para fluir plásticamente con un esfuerzo casi constante y mantener su resistencia, lo cual le permite ajustarse a un esfuerzo máximo de diseño y tener una capacidad de resistencia suficiente.

La nomenclatura o denominaciones del acero se realizan de acuerdo con la norma de ensayo de materiales, por ejemplo el acero A36 cumple la especificación ASTM (American Society of Testing and Materials) para aceros al carbono A36 según se muestra en la tabla VI, los aceros se agrupan en varias clasificaciones:

- Aceros de uso general (A36)
- Aceros estructurales al carbono (A529)
- Aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación (A441, A572)
- Aceros de alta resistencia, baja aleación, resistentes a la corrosión atmosférica (A242, A588), placa de acero templado y mejorado (A514).

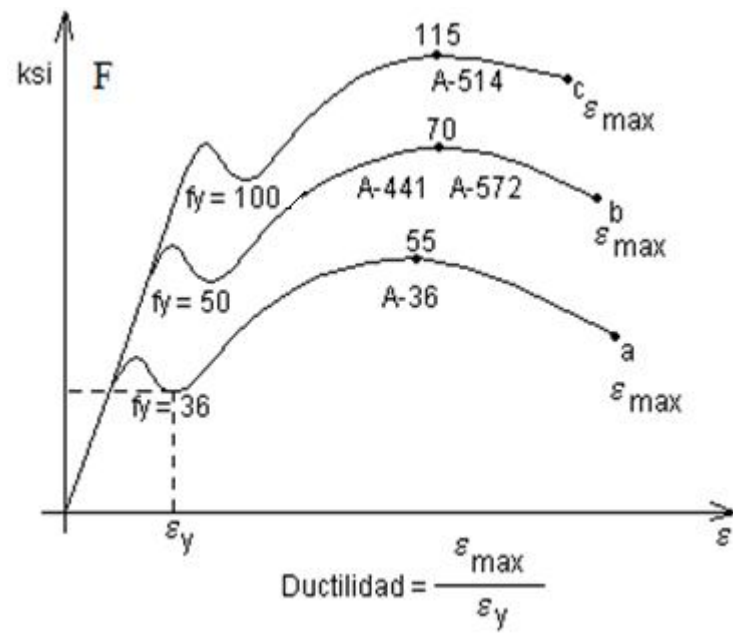


Figura 4.4 Diagrama esfuerzo deformación

| | Tipo de Acero | Formas | Usos recomendados | Esfuerzo mínimo de Fluencia F_y | | Resistencia última a la tensión F_u | |
|------|--|--|---|-----------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | | Kg/cm^2 | KSI | Kg/cm^2 | KSI |
| A36 | Al Carbono | Perfiles, barras y placas | Puentes, edificios y otras estructuras, atornilladas, soldadas y remachadas | 36 | 2536 | 58 - 60 | 4086 - 5636 |
| A529 | Al Carbono | Perfiles, placas de hasta ½ pulgada. | Similar al A36 | 42 | 2959 | 60 - 85 | 4227 - 5989 |
| A441 | De alta resistencia Y baja aleación | Perfiles, placas y barras de hasta 8 pulgadas. | Similar al A36 | 40 - 50 | 2818 - 3523 | 60 - 70 | 4227 - 4932 |
| A572 | De alta resistencia Y baja aleación | Perfiles, placas y barras de hasta 6 pulgadas. | Construcción atornillada, soldada o remachada, los de $F_y = 55$ KSI o mayores no se usan para puentes soldados | 42 - 65 | 2959 - 4580 | 60 - 80 | 4227 - 5636 |
| A242 | De alta resistencia, baja aleación y resistente a la corrosión | Perfiles, placas y barras de hasta 4 pulgadas. | Construcción atornillada, soldada o remachada; la técnica de soldadura es muy importante | 42 - 50 | 2959 - 3523 | 63 - 70 | 4439 - 4932 |
| A588 | De alta resistencia, baja aleación y resistente a la corrosión | Placas y barras | Construcción atornillada, y remachada | 42 - 50 | 2959 - 3523 | 63 - 70 | 4439 - 4932 |
| A514 | Templados y revenidos(vueltos a cocer) | Placas solo hasta 4 pulg. | Estructura soldada con mucha atención a la técnica utilizada; no se utilizará si la ductilidad es importante. | 90 - 100 | 6340 - 7045 | 100 - 130 | 7045 - 9159 |

TABLA VIII.- Propiedades de Aceros estructurales

FUENTE: VASQUEZ Narváez, Jorge, Curso de Estructuras de acero y madera, 1ª edición, Quito - febrero 2001, pag

4.3 ACERO ESTRUCTURAL LAMINADO EN FRÍO

El empleo de estructuras construidas en acero laminado al frío, se ha aumentado en los últimos años. En la actualidad, en nuestro país el uso del acero laminado al frío es muy amplio, se lo encuentra en estructuras con luces medianas y grandes, tales como pórticos y cubiertas de coliseos, naves industriales, fábricas, viviendas, etc. Entre las ventajas sobresalientes de la utilización del acero laminado en frío están: la economía, bajo peso, la rapidez de construcción y la posibilidad de prefabricación.

Los perfiles conformados en frío por lo general se elaboran a partir de láminas o tiras de acero que fueron laminados en caliente o en frío de varias resistencias como se muestra en la tabla a continuación:

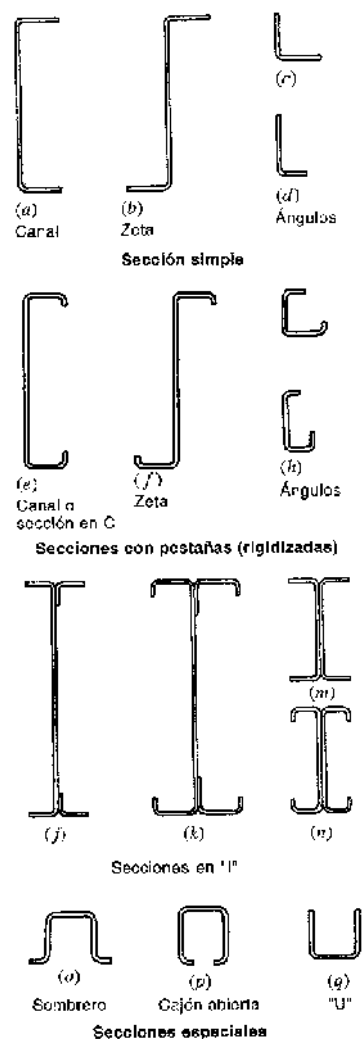
TABLA IX.- Aceros de calibre (espesor) ligero

| Designación comercial | Designación ASTM | Grado | Espesor (pulg.) | Punto de Fluencia (Fy) Kg/cm ² | Resistencia Última (Fu) Kg/cm ² | Elongación Mínima 2 plg (%) |
|--|------------------|-------|---------------------------|---|--|-----------------------------|
| Laminas de acero al carbono de calidad estructural laminadas en plano | A245 | A | 0.0449 Hasta 0.2299 | 1760 | 3160 | 23 – 27 |
| | | B | | 2110 | 3450 | 21 – 25 |
| | | C | | 2320 | 3660 | 18 – 23 |
| | | D | | 2810 | 3870 | 15 - 20 |
| Tiras de acero al carbono de calidad estructural laminadas en caliente | A303 | A | 0.0255 Hasta 0.2299 | 1760 | 3160 | 19 – 27 |
| | | B | | 2110 | 3450 | 18 – 25 |
| | | C | | 2320 | 3660 | 17 – 23 |
| | | D | | 2810 | 3870 | 15 - 21 |
| Láminas y tiras de acero de alta resistencia y baja aleación, laminadas en frío | A374 | | 0.2499 y menores | 3160 | 4750 | 20 - 22 |
| Láminas y tiras de acero de alta resistencia y baja aleación, laminadas en caliente. | A375 | | 0.0710 hasta 0.2299 | 3520 | 4920 | 22 |
| Tiras de acero al carbono de calidad estructural laminadas en caliente | | A | 0.1756 y menores | 2320 | 3370 | 20 |
| | | B | | 2600 | 3660 | 18 |
| | | C | | 2810 | 3870 | 16 |
| | | D | | 3520 | 4570 | 12 |
| | | E | | 5620 | 5770 | 1.5 |

FUENTE: VASQUEZ Narváez, Jorge, Curso de Estructuras de acero y madera, 1ª edición, Quito - febrero 2001, página 4

Los perfiles de acero formados en frío producidos por la acción de rodillos o dobladoras a partir de tiras o láminas de acero, son poco estandarizados. Se puede obtener perfiles con una sola operación o doblez (ángulos), dos o más dobleces (canales U, correas G, perfil omega, etc.), se pueden obtener perfiles compuestos soldando dos correas espalda con espalda, soldando dos ángulos a un canal U, etc.

Figura 4.5.- Perfiles formados en frío



FUENTE: MERRITT Frederick, Manual Integral para Diseño y Construcción, 1ª Edición, McGraw-Hill Interamericana, S.A. Santa Fe de Bogotá – Colombia, 1997, pag 8.8, 8.9

Para la designación de estos perfiles se utiliza una letra para identificar el tipo de perfil, seguida por números que indican normalmente sus dimensiones en

milímetros, así tenemos por ejemplo:

G150x50x15x3, esto significa perfil G o correa, peralte 150 mm, patín 50mm, labio atiesador 15 mm, y espesor 3 mm.

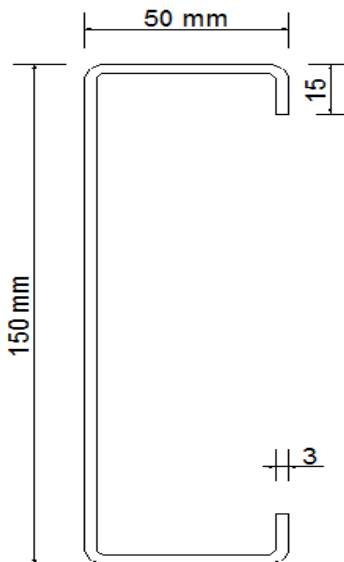


Figura 4.6.- Perfil G o correa.

Otro ejemplo tenemos: L30x4; ángulo de lados iguales de 30mm, y 4mm de espesor.

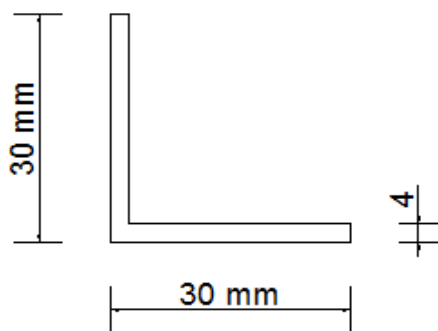
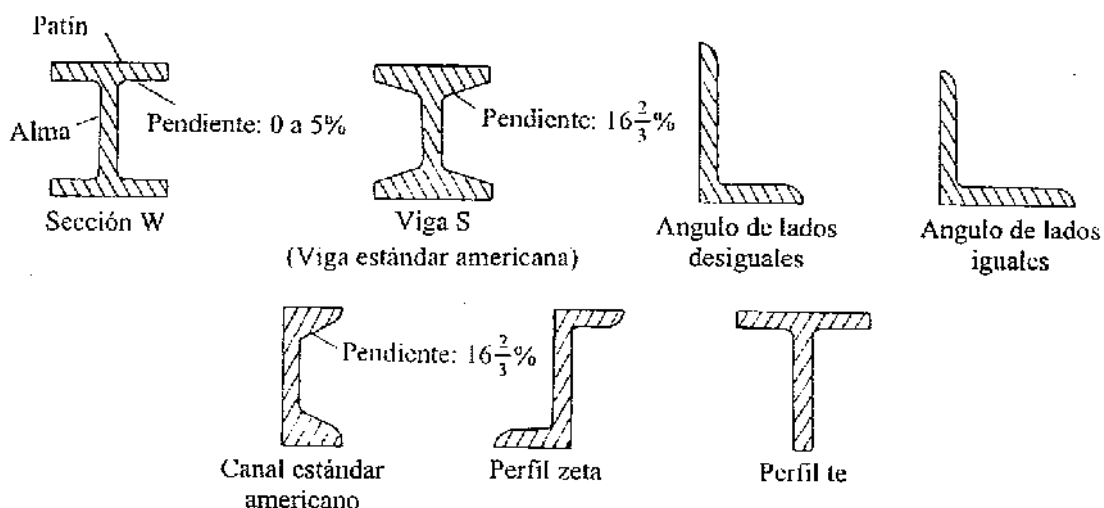


Figura 4.7.- Angulo de lados iguales.

4.3.1 ACERO LAMINADO EN CALIENTE

El acero laminado en caliente se lo utiliza en estructuras que van a soportar grandes cargas, tales como edificios, puentes, etc. Su conformación se lo realiza cuando el acero está al rojo vivo y en forma coloidal, por lo que adquiere una forma determinada tipo I, tales como los perfiles W y las vigas Estándar Americanas S y los pilotes de carga HP. El Instituto Americano de la Construcción en Acero, AISC; publica constantemente el Manual de la Construcción en Acero, el cual contiene además de las *"Especificaciones para el Diseño, Fabricación y Construcción de Edificios de Acero"*, es una recolección técnica de datos de perfiles, tubos, conectores, soldas, y otros productos para la construcción en acero, de las fábricas americanas.

Figura 4.8.- Perfiles laminados en caliente



FUENTE: McCORMAC, Jack, Diseño de Estructuras de Acero método LRFD, 2ª Edición, Alfaomega, México D.F., 2002, página 9.

La nomenclatura de los perfiles consiste en una letra que identifica el tipo, seguida por dos o más números que identifican las dimensiones nominales de peralte, ancho, espesores, o peso, como se indica en los siguientes ejemplos:

W10x30, significa perfil W(doble T) de 10 pulgadas de peralte nominal y 30 libras/pie de peso.

L4x1/2, significa ángulo de lados iguales de 4 pulgadas de lado y 1/2 pulgada de espesor.

4.4.- SOLDADURA

4.4.1 PROCESOS DE SOLDADURA

La soldadura es un proceso en el que se unen partes metálicas mediante el calentamiento de sus superficies a un estado plástico, por lo que las partes fluyen, produciéndose una unión con o sin añadir otro metal fundido.

La adopción de la soldadura estructural fue muy lenta durante varias décadas, porque muchos ingenieros pensaban que tenía dos grandes desventajas: 1) que tenía poca resistencia a la fatiga en comparación con las conexiones atornilladas o remachadas y 2) que era imposible tener una alta calidad de soldadura si no se contaba con una inspección minuciosa, amplia y costosa.

4.4.1.1 PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO METALICO PROTEGIDO (SMAW)

En el proceso de soldadura de arco metálico protegido, el tipo de electrodo usado es muy importante, el cual afecta decisivamente en las propiedades de la soldadura tales como resistencia, ductilidad y resistencia a la corrosión. En la actualidad se fabrican un gran número de diferentes tipos de electrodos, y el electrodo que se utiliza para cierto trabajo depende del tipo de metal que se suelda, la cantidad de material que se necesita depositar, la posición del trabajo, etc. Los electrodos se dividen en dos clases generales: los *electrodos con recubrimiento ligero* y los *electrodos con recubrimiento pesado*.

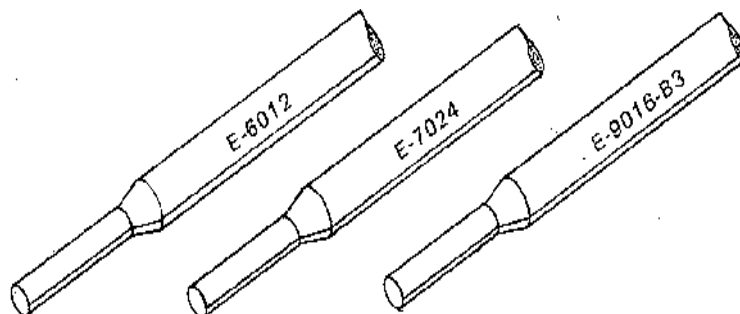


Figura 4.9.- Tipo de electrodos

Los electrodos con recubrimiento pesado se utilizan normalmente en la soldadura estructural, porque al fundirse en sus recubrimientos se produce una protección de vapor o atmósfera muy satisfactoria alrededor del trabajo, así como escoria de protección. Las soldaduras resultantes son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos con recubrimiento ligero. Cuando se usan electrodos con recubrimiento ligero, no se intenta prevenir la oxidación y no se forma escoria. Los electrodos se recubren ligeramente con algún estabilizador químico del arco, tal como la cal.

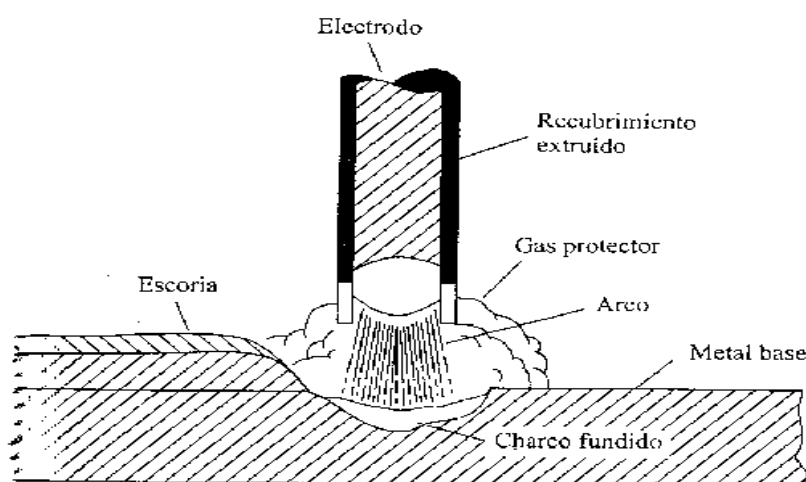


Figura 4.10.- Elementos del proceso de soldadura por arco protegido

Para la soldadura por arco metálico protegido, se utilizan máquinas de soldar tanto de corriente alterna o corriente continua , según el gráfico siguiente:

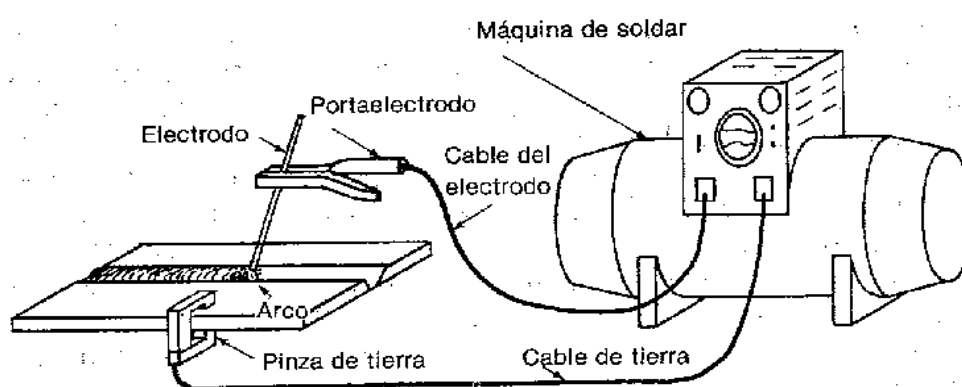


Figura 4.11.- Elementos básicos para soldadura por arco metálico protegido

4.4.1.2 PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO (SAW)

La soldadura por arco sumergido (SAW) se caracteriza por ser un proceso automático o semiautomático, en el que el arco está cubierto por un montículo de material granular fundible y queda entonces oculto a la vista. Un electrodo metálico desnudo es alimentado desde un carrete, es fundido y depositado como material de relleno. El electrodo, la fuente de potencia y una tolva de fundente están unidos a un bastidor que se coloca sobre rodillos y se mueve a cierta velocidad conforme se forma el cordón de soldadura. Las soldaduras SAW se hacen rápida y eficientemente y son de alta calidad, exhibiendo alta resistencia al impacto, alta resistencia a la corrosión y buena ductilidad. Además, ellas proporcionan penetración más profunda por lo que el área efectiva para resistir cargas es mayor. Un gran porcentaje de las soldaduras hechas para estructuras de puentes es SAW. Si se usa un solo electrodo, el tamaño de la soldadura obtenida con un solo pase es limitado. Sin embargo, pueden usarse electrodos múltiples, lo que permite soldaduras mayores.

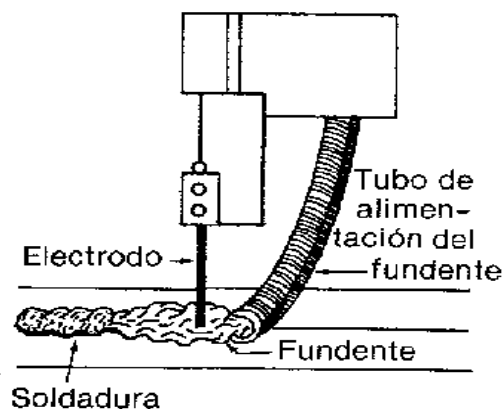


Figura 4.12.- Proceso de soldadura de arco sumergido

Las soldaduras hechas con el proceso SAW (automático o semiautomático) son consistentemente de alta calidad y son muy adecuadas para cordones largos de soldadura.

Una desventaja es que el trabajo debe posicionarse para un soldado casi plano u horizontal, por lo que la mayoría de soldadura se la realiza en el taller.

4.4.2 TIPO DE ELECTRODOS

Para los procesos de soldado es necesario el empleo de electrodos con denominaciones y grados de resistencia, también se debe tener en cuenta la combinación de metal base y el valor de soportar esfuerzos del electrodo. Gracias al avance tecnológico en la actualidad existe una gran variedad de electrodos de modo que se puede hacer un ajuste apropiado de la resistencia y características metalúrgicas del metal base con el material de la soldadura. La nomenclatura establecida para los electrodos se explica de la siguiente manera: Eaaabc

E es la nomenclatura de electrodo, **aaa** es igual a un número de dos o tres cifras que indica la resistencia última a la tensión del metal de la soldadura F_u , generalmente se usa resistencias como 60, 70, 80, 90, 100 y 110 ksi (kilo libras por pulgada cuadrada), **b** es igual al dígito que indica la posición de aplicación, así se tiene 1 para todas las posiciones, 2 para posición horizontal y 3 para posición plana, **c** es el último dígito que indica el tipo de energía, tipo de escoria, tipo de arco, magnitud de la penetración, presencia de polvo en el recubrimiento, como ejemplo explicativo tomamos al electrodo más común utilizado en un proceso de soldadura por arco metálico protegido (SMAW) el **E6011**, donde;

E = Nomenclatura de electrodo

60 = 60000 libras por pulgada cuadrada de resistencia a la tensión

1 = electrodo para soldadura en todas las posiciones

1 = tipo de energía CA o CD, tipo de escoria orgánica, tipo de arco excavadora, penetración profunda, polvo de hierro en el recubrimiento nada.

4.4.2.1 TIPO DE SOLDADURAS

Uno de los principales aspectos del diseño de juntas es el correspondiente al tipo de soldadura que se va a utilizar para dicha unión. Existen cinco tipos básicos de soldadura: la de cordón, la ondeada, la de filete, la de tapón, y la de ranura. La selección del tipo de soldadura está de acuerdo a la eficiencia de la junta como el

diseño mismo de ésta. Se elige un tipo de soldadura con preferencia sobre otro por razón de su relación específica con la eficiencia de la junta.

Las soldaduras de cordón se realizan en una sola pasada, con el metal de aporte sin movimiento hacia uno u otro lado. Esta soldadura se utiliza principalmente para reconstruir superficies desgastadas, y en muy pocos casos se emplea para juntas.

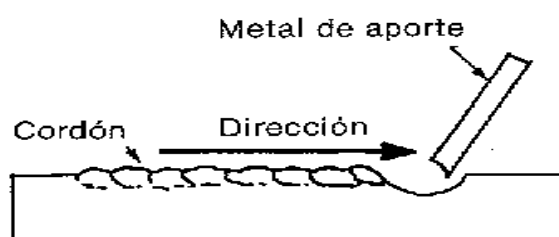


Figura 4.13.- Soldadura de cordón

Las soldaduras ondeadas se obtienen haciendo un cordón con algo de movimiento hacia uno y otro lado (figura 4-11). El grosor del cordón depende del diseño o de la necesidad. Entre estas soldaduras hay también varios tipos, como el de zigzag, el circular, el oscilante y otros. Las soldaduras ondeadas también se usan primordialmente para la reconstrucción de superficies.

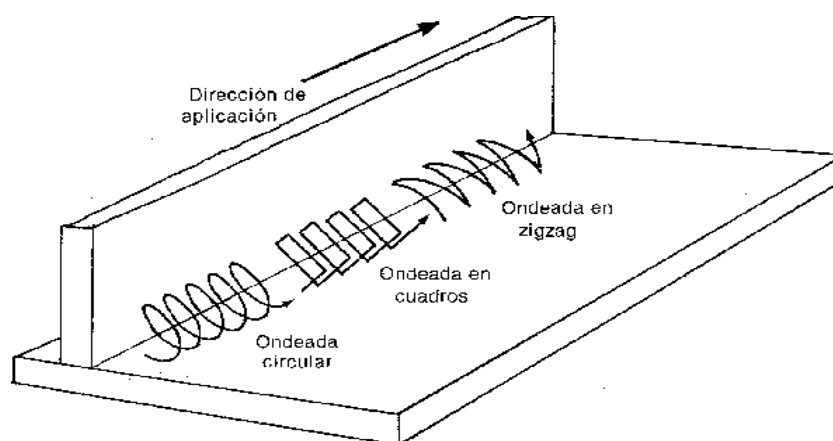


Figura 4.14.- Formas de soldadura ondeada

Las soldaduras de filete se asemejan a las de ranura, pero se realizan con mayor rapidez que éstas, y frecuentemente se las prefiere en condiciones similares por razones de economía. Sin embargo, las soldaduras de un solo filete no son a veces tan resistentes como las soldaduras de ranura, si bien una soldadura de doble filete se compara favorablemente en cuanto a resistencia. Las juntas soldadas de filete son simples de preparar desde el punto de vista de preparación y ajuste del borde, aunque a veces requieren de más soldadura que las juntas soldadas de ranura. Las soldaduras de filete se combinan a menudo con otras soldaduras para mejorar las distribuciones de esfuerzo.

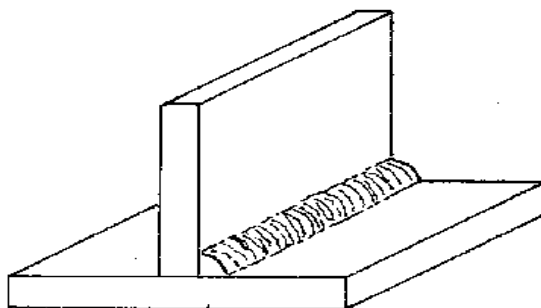


Figura 4.15.- Soldadura de filete

Las soldaduras de tapón y de agujero alargado sirven principalmente para hacer las veces de los remaches. Se emplean para unir por fusión dos piezas de metal cuyos bordes, por alguna razón, no pueden fundirse.

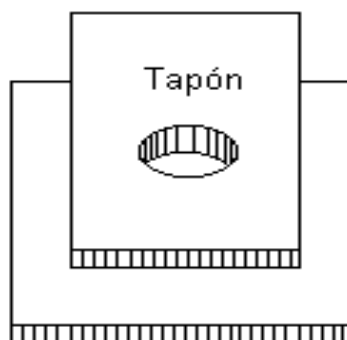


Figura 4.16.- Soldadura de tapón

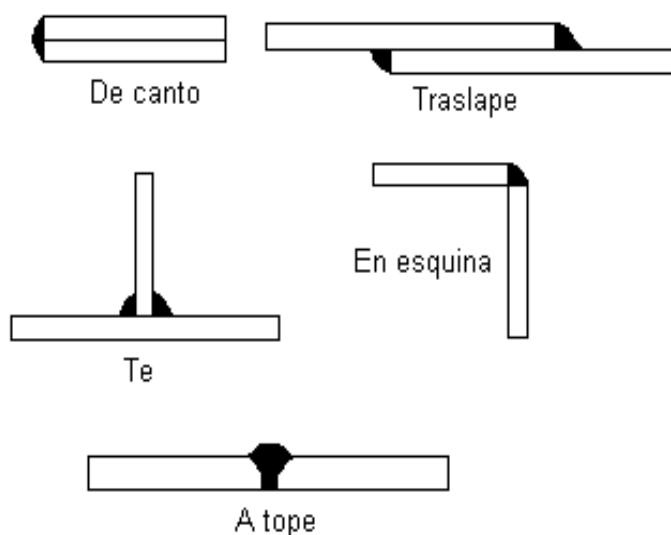
Las soldaduras de ranura (de holgura o espacio entre bordes de piezas) se ha-

cen en la ranura que queda entre dos piezas de metal. Estas soldaduras se emplean en muchas combinaciones, dependiendo de la accesibilidad, de la economía, del diseño, y del tipo de proceso de soldadura que se aplique.



Figura 4.17.- Soldadura de ranura

















Otra clasificación de las soldaduras es por su forma de armado o ensamble:



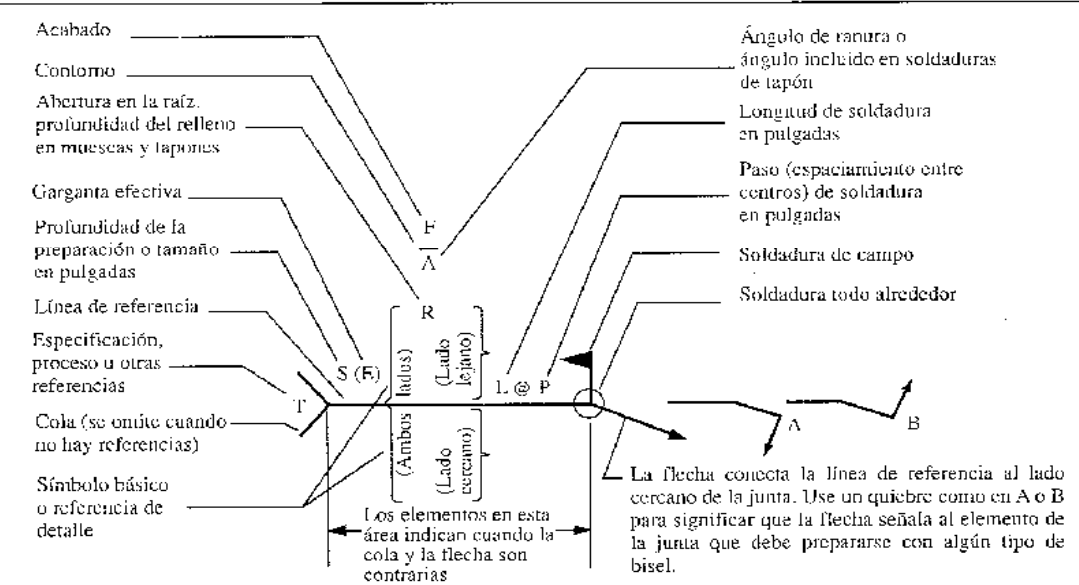
4.4.3 NOMENCLATURA UTILIZADA PARA LAS SOLDADURAS

Una vez que se demostró que los procesos de soldadura eran los adecuados para los fines del diseño, fue necesario desarrollar un lenguaje estándar para comunicación entre diseñadores y soldadores, para lo cual se creó un conjunto de símbolos que indican en forma abreviada al soldador o supervisor la información necesaria para realizar una soldadura correcta, así tenemos el cuadro siguiente:

JUNTAS SOLDADAS PRECALIFICADAS

| SIMBOLOS BASICOS DE SOLDADURA | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---------------------------------|
| POS- TERIOR | FILETE | TAPON O RANURA | Ranura o a tope | | | | | | ENSAN- CHIA- MIENTO | ENSAN- CHAMIENTO DE BISEL |
| | | | CUA- DRADO | V | BISEL | U | J | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| SIMBOLOS COMPLEMENTARIOS | | | | | | | | | | |
| RESPALDO | ESPACIADO | SOLDADURA TODO ALREDEDOR | SOLDADURA DE CAMPO | CONTORNO | | Véase la AWS A.2.4 para otros símbolos básicos y complementarios de soldadura | | | | |
| | | | | NIVELADO | CONVEXO | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | | | | | |





LOCALIZACION ESTANDAR DE LOS ELEMENTOS DE UN SIMBOLO DE SOLDADURA



La flecha conecta la línea de referencia al lado cercano de la junta. Use un quiebre como en A o B para significar que la flecha señala al elemento de la junta que debe prepararse con algún tipo de bisel.

Nota:

Tamaño, símbolo de la soldadura, longitud y espaciamiento deben leerse en ese orden de izquierda a derecha sobre la línea de referencia. Ni la orientación de la línea de referencia ni la localización de la flecha alteran esta regla.

El lado perpendicular de los símbolos , , ,  debe estar a la izquierda.

Las soldaduras en los lados cercano y alejado son del mismo tamaño a menos que se indique otra cosa. Las dimensiones de los filetes deben mostrarse en ambos lados.

La punta de la bandera del símbolo de campo debe señalar hacia la cola.

Los símbolos se aplican entre cambios bruscos en la dirección de la soldadura a menos que se muestre el símbolo de "todo alrededor" o se indique algo diferente.

Estos símbolos no se refieren al caso de ocurrencia frecuente en las estructuras en donde material duplicado (por ejemplo, alfileres) se localiza en el lado posterior de una placa de nudo o alina. Los fabricantes han adoptado la siguiente convención de estructuras: cuando en la lista de embarque se detecte la existencia de material en el lado posterior, la soldadura para ese lado será la misma que para el lado anterior.

Fuente: American Institute of Steel Construction, *Manual of Steel Construction Load and Resistance Factor Design*, 2a. ed., Chicago, AISC, 1994, tabla 8-36, pp. 8-135, Reimpreso con permiso del AISC.

TABLA X.- Nomenclatura utilizada en soldadura

CAPITULO 5

PROYECTO ESTRUCTURAL DEL COLISEO

5.1 GRADERÍOS

El graderío consiste en la unión de dos o más niveles diferentes en altura con peldaños colocados sobre losas o vigas capaces de resistir flexión y con la particularidad de colocarse de manera inclinada, siendo un elemento constructivo indispensable en construcción que requieren más de un nivel. Generalmente están hechas de hormigón armado, madera o solo de acero, en nuestro caso el graderío será de hormigón, está conformado por la huella y la contrahuella, la primera se caracteriza por ser el componente horizontal y la segunda la pieza vertical que unidos conforman un escalón o peldaño, que por código de construcción requiere que sea de 40 centímetros de contrahuella y 80 centímetros de huella para áreas de espectáculos públicos, como se indica a continuación:

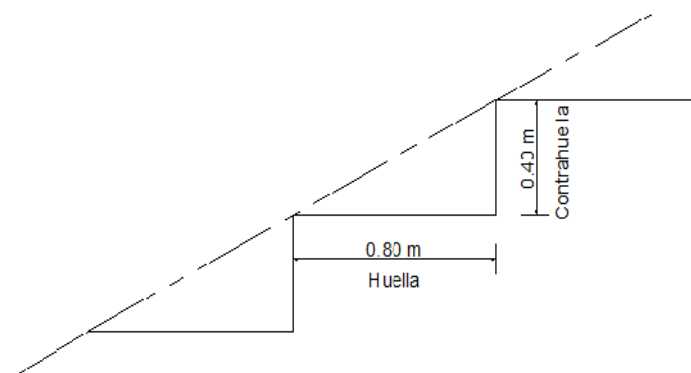


Figura 5.1.- Componentes del graderío

En cuanto al proceso constructivo usualmente se acostumbra a colocar los peldaños sobre losas o vigas previamente colocadas sobre columnas las que soportarán la carga de los espectadores, bajo esta estructura, se aprovecha el espacio en áreas para bodegas, baterías sanitarias, duchas, camerinos, boletería.

La inclinación del graderío va a depender tanto de su uso como del terreno y lugar de colocación, dicha inclinación varía desde los 15° hasta los 45°, aunque las inclinaciones más cómodas se encuentran entre los 25° para edificaciones publicas y los 35° en viviendas.

5.1.1 ANALISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural tiene en consideración principalmente, los efectos producidos por las fuerzas que actúan sobre una determinada estructura y determina las condiciones que deben satisfacer las partes de este sistema, de manera que puedan soportar dichas fuerzas. El equilibrio en el que se encuentre el sistema estructural debe ser firme, basado en las partes que componen dicho sistema, las cuales deberán ser de un material que impida su ruptura o deterioro los cuales deberán ser llevados mas allá de la resistencia .

Para el análisis del sistema estructural se tomó en cuenta la influencia de los factores de resistencia como: economía, funcionalidad, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, las formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución, para el caso de los graderíos, se eligió un sistema estructural mediante pórticos de concreto reforzado constituido por vigas y columnas.

5.1.1.1 PREDISEÑO DE CARGAS

La determinación de cargas se realizará en base al dibujo arquitectónico del graderío, vigas y columnas que se muestra a continuación

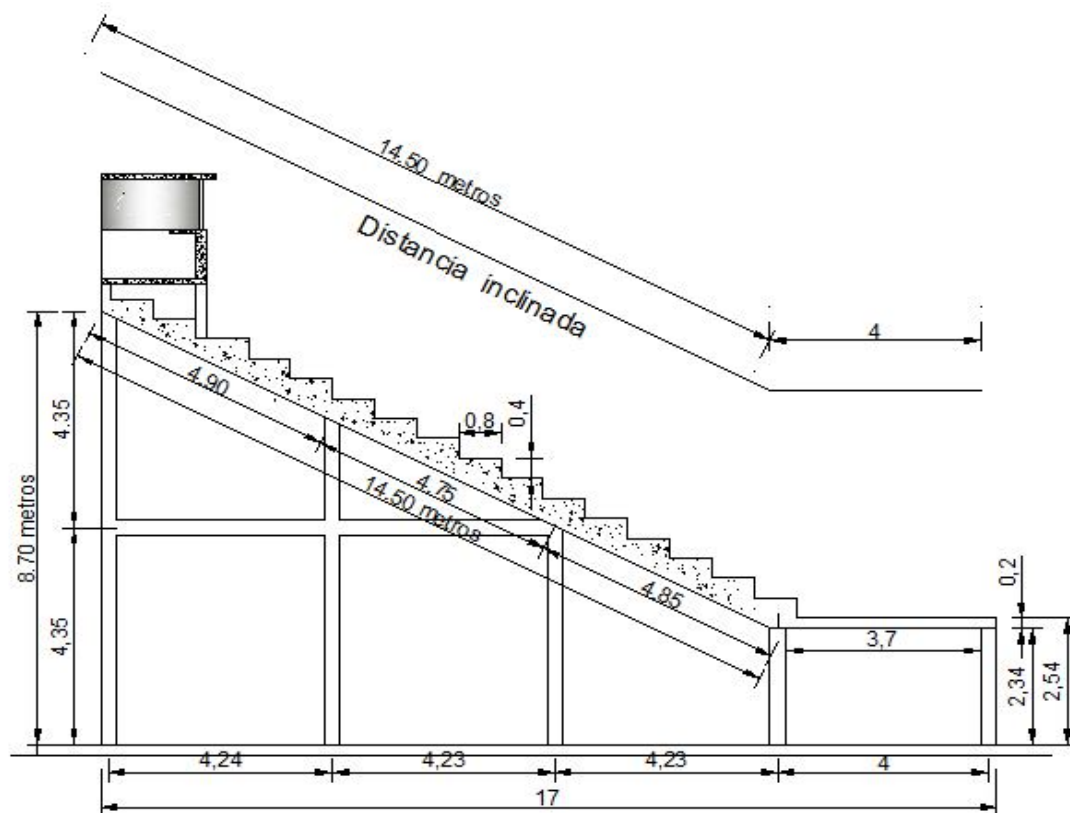


Figura 5.2 Vista lateral del graderío

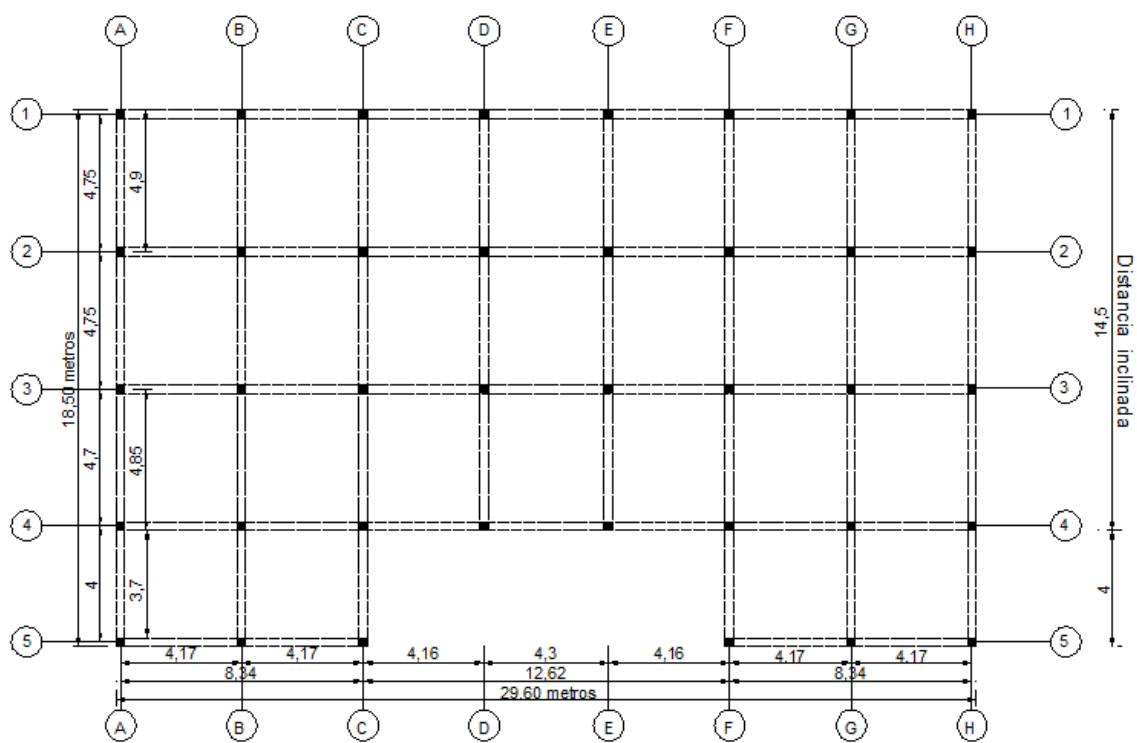


Figura 5.3 Vista en planta del graderío

5.1.1.1.1 CARGA MUERTA

Como el graderío va a estar sobre una losa, calculamos su peso por metro cuadrado asumiendo un espesor de $h = 20$ cm, que posteriormente se comprobará, por lo que esta cuantificación contendrá el peso de los materiales para su construcción.

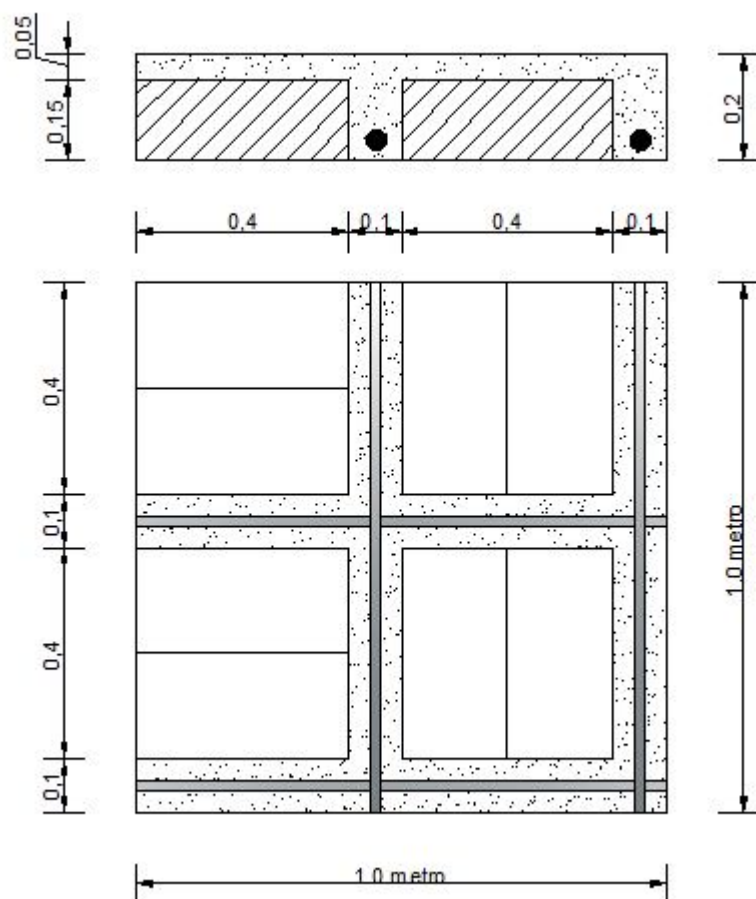


Figura 5.4 Detalles de 1 metro cuadrado de losa

$$\text{Peso propio carpeta compresión} = 0.05 \times 1 \times 1 \times 2.4 \text{ Ton/m}^3 = 0.12 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Peso propio nervios} = 0.15 \times 0.10 \times 3.6 \times 2.4 \text{ Ton/m}^3 = 0.13 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Peso propio alivianamientos} = 8 \text{ bloques/m}^2 \times 7 \text{ Kg c/u} = 0.056 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Peso propio masillado} = 0.05 \times 1 \times 1 \times 1.9 \text{ Ton/m}^3 = 0.095 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{CARGA MUERTA} = 0.401 \text{ Ton/m}^2$$

5.1.1.1.2 CARGA VERTICAL

La carga vertical corresponde a la Carga Muerta del graderío, que será aplicada a las vigas inclinadas.

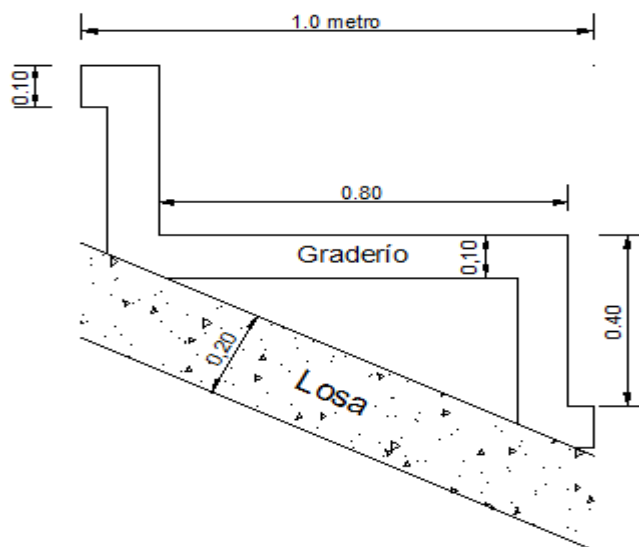


Figura 5.5 Detalle de 1 metro de graderío

$$\text{Área de 1 metro de graderío} = (1 \times 0.1) + (0.4 \times 0.1) + (0.3 \times 0.1) = 0.174 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 0.174 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Carga Muerta de Graderío} = 0.174 \text{ m}^3 \times 2.4 \text{ Ton /m}^3 = \mathbf{0.420 \text{ Ton /m}^2}$$

5.1.1.1.3 CARGA VIVA

El Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos Generales de Diseño, Primera Edición, correspondiente al Código de Práctica Ecuatoriano denominado como "CPE INEM 5 Parte 1: 2001", en el capítulo 3 sección 3.4 determina la Carga Viva para salas de descanso, plataformas de revisión, grandes tribunas y graderíos una carga uniforme de 500 Kg/m^2

$$\text{CARGA VIVA} = 500 \text{ Kg/m}^2 = 0.5 \text{ Ton/m}^2$$

5.1.1.1.4 CARGA SISMICA

Para el predimensionamiento se requiere definir dimensiones tentativas para los elementos estructurales, por lo tanto no se considera la carga sísmica de los mismos, sin embargo, posteriormente para el análisis y diseño se incluirán en el cálculo.

5.1.1.2 PRE DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS

Predimensionar una estructura es proporcionar tentativamente las medidas iniciales a los elementos que la conforman, los cuales serán designados para soportar las cargas aplicadas. Existen diferentes procedimientos para predimensionar los elementos, para este proyecto se aplicó el método del ACI 318-95 y ACI 318 R-95, donde ACI representa al American Concrete Institute, que es el encargado de las normas sobre el concreto estructural.

5.1.1.2.1 LOSA

Para predimensionar el peralte o espesor de la losa se utiliza las recomendaciones del ACI 318-95 y ACI 318 R-95 en su sección 9.5.3, tabla 9.5(c) por el método que usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tienen, para este caso las losas críticas están apoyadas en los cuatro lados con superficies diferentes, por lo cual se tomará la más representativa.

| Resistencia a la fluencia f_y (Kg/cm ²) | Sin ábacos | | | Con ábacos | | |
|--|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Tableros exteriores | | Tableros interiores | Tableros exteriores | | Tableros interiores |
| | Sin vigas de borde | Con vigas de borde | | Sin vigas de borde | Con vigas de borde | |
| 2800 | $\frac{Ln}{33}$ | $\frac{Ln}{36}$ | $\frac{Ln}{36}$ | $\frac{Ln}{36}$ | $\frac{Ln}{40}$ | $\frac{Ln}{40}$ |

| | | | | | | |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 4200 | $\frac{Ln}{30}$ | $\frac{Ln}{33}$ | $\frac{Ln}{33}$ | $\frac{Ln}{33}$ | $\frac{Ln}{36}$ | $\frac{Ln}{36}$ |
| 5250 | $\frac{Ln}{28}$ | $\frac{Ln}{31}$ | $\frac{Ln}{31}$ | $\frac{Ln}{31}$ | $\frac{Ln}{34}$ | $\frac{Ln}{34}$ |

Tabla XI. Peralte mínimo de losas sin vigas interiores

$$h_{losa} = \frac{\text{perímetro de losa (en dos sentidos)}}{180}$$

$$h_{losa} = \frac{2 \times 4.75 + 2 \times 4.3}{180} = 0.11 \text{ m}$$

Ln = luz del claro más largo

Ln = 4.75 m

Con vigas de borde para $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$$\frac{Ln}{33} = \frac{475}{33} = 14.4 \text{ cm}$$

Sin vigas de borde:

$$\frac{Ln}{30} = \frac{475}{30} = 15.8 \text{ cm}$$

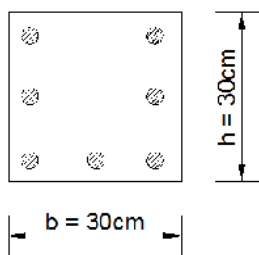
\therefore Por lo tanto se asume peralte de losa $h = 20 \text{ cm}$

5.1.1.2.2 VIGAS

El procedimiento para predimensionar las vigas, es el método recomendado en el ACI 318-95 y ACI 318 R-95 en su sección 9.5.2, tabla 9.5(a) el cual calcula el peralte o altura de la viga, dependiendo de la luz que tenga la viga y de sus apoyos. Por razones de simetría se calculara la más crítica y la de mayor longitud.

Luz de viga crítica = 4.75 m

$$h_{viga} = \frac{L_{viga}}{21} = \frac{475}{21} = 22.6 \text{ cm}$$



\therefore Adopto $h_{viga} = 30 \text{ cm}$

Base de viga $b = 30 \text{ cm}$

| Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deformaciones*. | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| | Espesor Mínimo, h | | | |
| | Simplemente apoyados | Con un extremo continuo | Ambos extremos continuos | En voladizo |
| Elementos | Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones. | | | |
| Losas macizas en una dirección | $\frac{\ell}{20}$ | $\frac{\ell}{24}$ | $\frac{\ell}{28}$ | $\frac{\ell}{10}$ |
| Vigas o losas nervadas en una dirección | $\frac{\ell}{16}$ | $\frac{\ell}{18.5}$ | $\frac{\ell}{21}$ | $\frac{\ell}{8}$ |

* La luz ℓ está en mm.

Tabla XII. Alturas o espesores mínimos de vigas

5.1.1.2.3 COLUMNAS

Para predimensionar las columnas, se fundamenta en la carga aplicada y el área colaborante, para determinar las secciones de la columna se tomará en cuenta la columna más crítica, es decir la que soportará mayor carga. En donde;

$$CV = 0,5 \text{ ton/m}^2$$

$$CM = 0,420 \text{ ton/m}^2 \text{ (peso de } 1\text{m}^2 \text{ de graderío)}$$

$$CM = 0,401 \text{ ton/m}^2 \text{ (peso de } 1\text{m}^2 \text{ de losa)}$$

$$CM_{\text{total}} = CM + CM_{\text{graderío}} = 0,401 + 0,420 = 0,821 \text{ ton/m}^2$$

$$Pu = (1.4CM + 1.7CV) \times \text{área colaborante}$$

$$Pu = (1.4 \times 0,821 + 1.7 \times 0,5)(\text{ton/m}^2) \times 19,67\text{m}^2 = 39,30\text{ton}$$

$$Pu = 0,85[(Ag \times (0,25 \times f'c) + As \times (0,40 \times fy)]$$

$$\rho = \frac{As}{Ag} \geq (0,01 \rightarrow 0,08) \quad \text{ACI 318, 10,9,1}$$

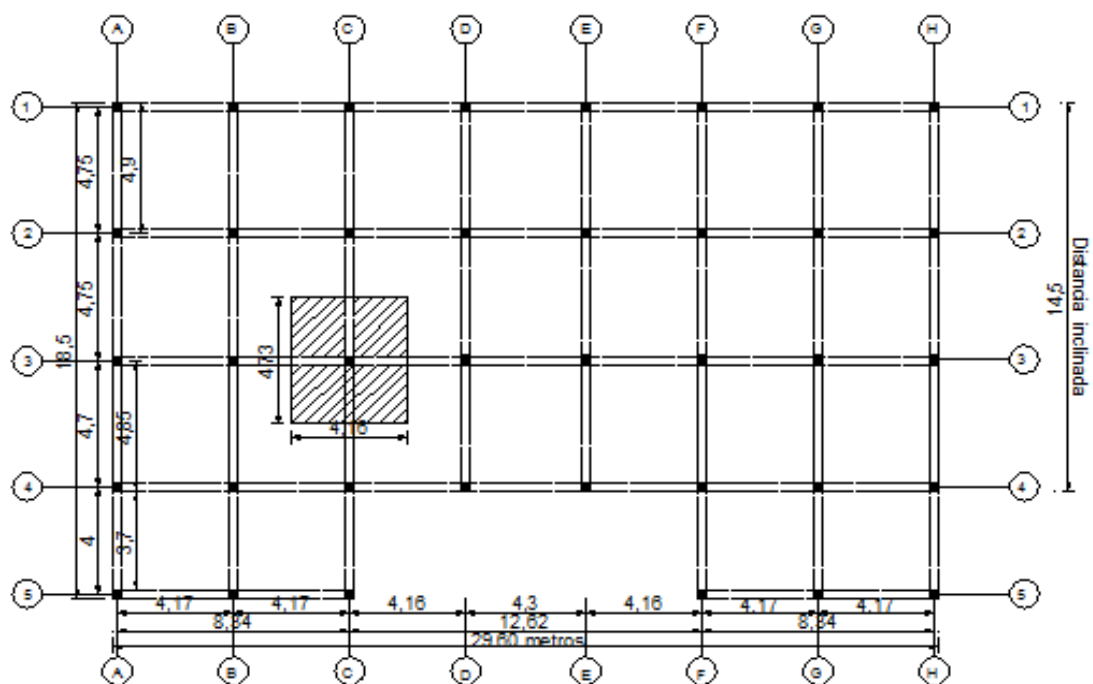


FIGURA 5.6 Área cooperante en columna crítica

$$Pu = (0,21 \times f'c + 0,34 \times \frac{As}{Ag} \times fy)$$

$$\Rightarrow \left(\frac{As}{Ag} \right) = 0,01$$

$$Pu = (0,21 \times f'c + 0,34 \times 0,01 \times fy)$$

$$Pu = (0,21 \times f'c + 0,0034 \times fy)$$

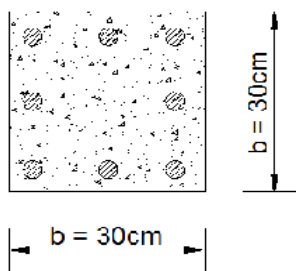
despejando Ag:

$$Ag = \frac{Pu}{0,21 \times f'c + 0,0034 \times fy}$$

$$Ag = \frac{39,3 \text{ ton} \times 1000}{0,21 \times 210 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) + 0,0034 \times 4200 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)} = 445,4 \text{ cm}^2$$

$$\sqrt{673} = 25,95 \text{ cm}$$

$$b = 25,95 \text{ cm}$$



Adopto una columna de 30 x 30 cm

5.1.1.3 ANÁLISIS SÍSMICO

A continuación se detallan un extracto de las disposiciones generales del Código Ecuatoriano de la Construcción que deben ser consideradas como requisitos mínimos a aplicarse para el cálculo y diseño de una estructura, con el fin de resistir eventos de origen sísmico.

“Como premisa fundamental es necesario contar con un documento

actualizado para el cálculo sismo resistente de estructuras, que refleje lo que se conoce actualmente de la realidad sísmica del Ecuador, y que permita, por un lado, poner al alcance de los calculistas y diseñadores herramientas sencillas de cálculo utilizando conceptos actuales de Ingeniería Sísmica, y por otro, conocer claramente las hipótesis de cálculo. Para que el diseñador tome conciencia de la responsabilidad que implica tomar ciertas decisiones a la hora, de aceptar tales hipótesis.

Consecuentemente, se ha establecido claramente la filosofía de diseño sismo resistente que se persigue mediante el cumplimiento estricto de los requisitos mínimos de cálculo y diseño especificados en este código. Dichos requisitos se aplicarán con base en las hipótesis que el calculista haya decidido adoptar, las cuales deberán estar claramente descritas en la memoria de cálculo que deberá acompañar a los planos estructurales de detalle. ” ♣

♣ Tomado de: Aplicación del Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC 2002) para Diseño Sismo resistente.

5.1.1.3.1 CALCULO DE FUERZA SISMICA

Para el diseño por sismo se utiliza lo establecido en la norma del CEC 2000 el mismo que indica requisitos mínimos de cálculo y diseño sismo resistente, para el cortante basal de diseño y el cálculo de las fuerzas horizontales: tomando en cuenta que la estructura a analizarse tienen características regulares y rectangulares, tanto en planta como en elevación.

Se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

Zona Sísmica y Factor de Zona (Z).- Se refiere al grado de peligro sísmico de una determinada región o sector del territorio nacional, en base a su ubicación, rumbo, profundidad media de actividad sísmica, magnitud máxima y estadísticas de sismos.

Geología local y Perfiles de Suelo (S).- Se refiere a los distintos tipos de suelos que existen en el país, los que se han reducido a 4 tipos según sus propiedades físicas.

Tipo de Uso, Destino e Importancia de la Estructura (I).- Tiene muy en cuenta la importancia de la estructura para que pueda resistir o sufrir daños leves durante y después de producirse un sismo.

Factor de reducción de resistencia Sísmica (R).- El factor de resistencia se refiere al comportamiento de la estructura, dependiendo del tipo de estructura, tipo de suelo, periodo de vibración, ductilidad, sobre resistencia, amortiguamiento.

Coeficiente de Configuración Estructural en Planta (Φ_p).- Se refiere a las tipologías de las irregularidades que se pueden presentar en las estructuras de edificación.

Coeficiente de Configuración Estructural en Elevación (Φ_e).- Toma las mismas consideraciones que el anterior.

Coeficiente para pórticos espaciales de hormigón armado (C_t)

| | |
|---|------------------------|
| Zona sísmica (Quito): Zona IV..... | $Z = 0.4$ |
| Importancia de la Estructura | $I = 1.0$ |
| Perfil del suelo | $S = 1.5$ |
| Coeficiente de respuesta estructural | $R = 10$ |
| Propiedad del suelo | $C_m = 2.8$ |
| Coeficiente de configuración en planta..... | $\Phi_e = 0.9$ |
| Coeficiente de configuración en elevación | $\Phi_p = 0.9$ |
| Coeficiente para pórticos espaciales de hormigón armado | $C_t = 0.08$ |
| Altura de la edificación | $h_n = 4,35 \text{ m}$ |
| Periodo de vibración | T |
| Peso reactivo | W |

5.1.1.3.1.1 CALCULO DE CORTANTE BASAL

A.- DATOS PRELIMINARES

| | | | |
|--------------------------|-----|------|----|
| Longitud del claro largo | L = | 4,75 | m |
| Ancho | A = | 4,3 | m |
| Relación (L/A) < 2.5 | = | 1,10 | ok |

B.- PREDISEÑO DEL PERALTE

Con viga de borde:

Según el ACI 9.5.3.3 el peralte mínimo de losas con vigas que se extienden entre los apoyos en todas direcciones debe ser:

$$\begin{array}{llll}
 f_y = & 4200 & \text{Kg/cm}^2 & \\
 l_n = & 475 & \text{cm} & \\
 \beta = \frac{L}{A} = & 1,10 & &
 \end{array}
 \quad
 h = \frac{\ln \left(0,8 + \frac{f_y}{14000} \right)}{36 + 9\beta} = 11,37 \quad \text{cm.}$$

h = peralte total de un elemento, cm

l_n = longitud del claro libre en sentido mayor de construcción en dos sentidos

f_y = resistencia especificada a la fluencia para el acero de refuerzo, Kg/cm²

β = relación de claros libres, dirección larga a dirección corta

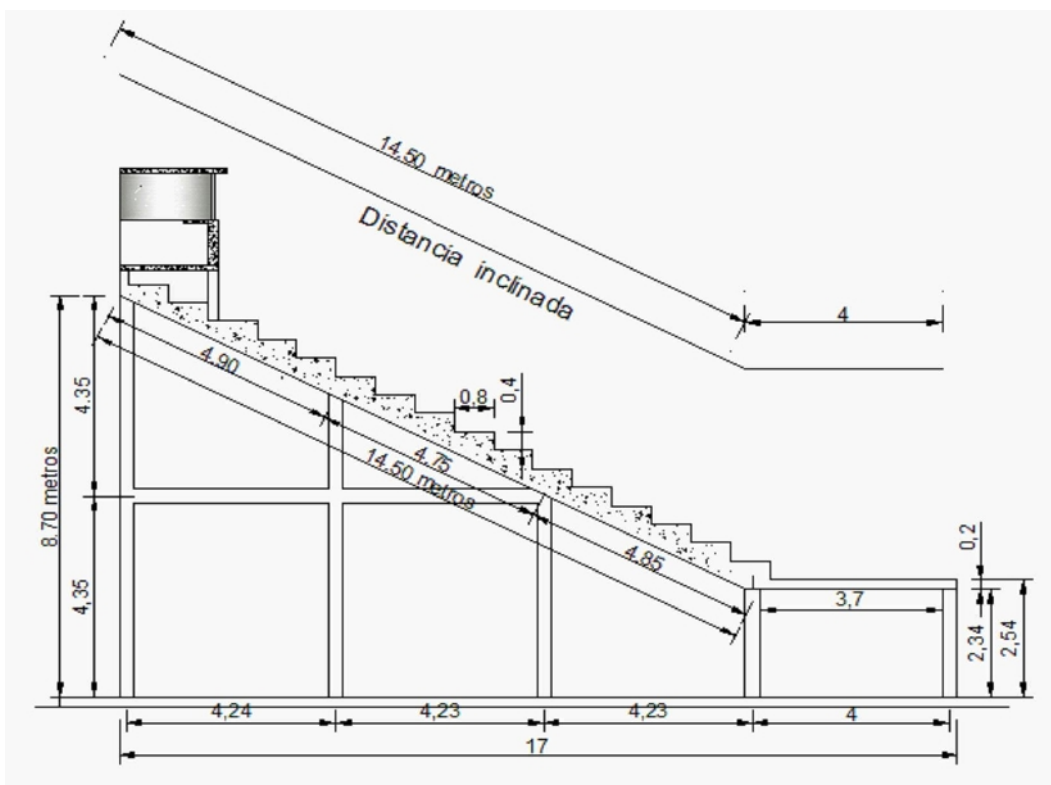
Peralte mínimo de losas sin vigas interiores

sin viga de borde $h = \frac{Ln}{30} = 15,83$ cm

con viga de borde $h = \frac{Ln}{33} = 14,4$ cm

∴ Por lo tanto $h = 20$ cm

Como se adopto anteriormente



C.- CARGAS

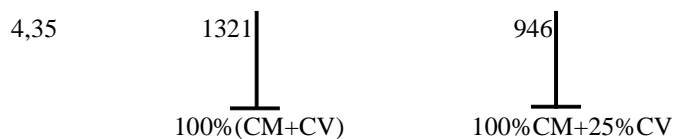
| | | | | |
|----------------|------|-----|-------|------------|
| Carga Muerta 1 | CM = | 401 | Kg/m2 | (Losa) |
| Carga Muerta 2 | CM = | 420 | Kg/m2 | (graderío) |
| Carga Viva | CV = | 500 | Kg/m2 | |

| CARGAS (Kg/m2) | | |
|--------------------|------|------|
| Carga Muerta 1 | CM = | 401 |
| Carga Muerta 2 | CM = | 420 |
| Carga Muerta total | CM = | 821 |
| Carga Viva | CV = | 500 |
| CM + CV | = | 1321 |
| CM + 0,25 CV | = | 946 |

Altura de la edificación promedio $h_n = 4,35$ m

D: ESTADOS DE CARGA

Nivel (m)

**E.- CALCULO DE PESO REACTIVO**

| Nivel | b (m) | L (m) | Area (m2) | Peso (kg/m2) | Peso reactivo(Kg) | Peso reactivo(Ton) |
|-------|-------|-------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|
| 4,35 | 18,5 | 29,6 | 547,6 | 946 | | |
| 4,35 | 3,7 | 12,32 | 45,58 | (hueco) | | |
| TOTAL | | | 502,02 | 946,00 | 474907,14 | 474,91 |

F.- CORTANTE BASAL

$$\begin{aligned}
 Z &= 0,4 & T &= 0,08(hn)^{3/4} = 0,24 \\
 S3 &= 1,5 \\
 Cm &= 2,8 & C &= \frac{1,25 \times S^s}{T} = 9,5 & C \leq Cm, \text{ pero como } C > Cm, \\
 hn &= 4,35 & & & 9,5 > 2,8; \text{ Asumo } Cm = 2,8 \\
 R &= 10 & V &= \frac{ZIC}{R \times \phi_p \times \phi_e} \times W = 65,67 \\
 \Phi_p &= 0,9 \\
 \Phi_e &= 0,9 \\
 hn &= 4,35 \text{ m} & V &= \frac{0,4 \times 1 \times 2,8}{10 \times 0,9 \times 0,9} \times 474,91 = 65,67 \text{ ton} \\
 I &= 1
 \end{aligned}$$

$$Ft = \begin{cases} 0 & ; \text{ si } T \leq 0,7 \text{ seg} \\ 0,25 & ; \text{ si } T > 0,7 \text{ seg} \end{cases} \quad 0,24 < 0,7$$

$$\Rightarrow Ft = 0$$

$$Fx = \frac{(V - Ft) \times W_x \times h_x}{\sum W_i \times h_i}$$

G .- DISTRIBUCIÓN DE CORTANTE BASAL

| Nivel H | P.reactivo | P.react x H | Fx | Fi | Si |
|---------|------------|-------------|-------|-------|-------|
| (m) | (ton) | (ton.m) | (ton) | (ton) | (ton) |
| 4,35 | 474,91 | 2065,85 | 65,67 | 65,67 | 65,67 |

H .- DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS SISMICAS

| Nivel | F _x | F(y-y) 5 ejes | F(x-x) 8 ejes |
|-------|----------------|---------------|---------------|
| (m) | (Ton) | (Ton) | (Ton) |
| 4,35 | 65,67 | 13,13 | 8,21 |

$$F(y - y) = \frac{F_x}{5 \text{ ejes}} = \frac{65,67}{5} = 13,13 \quad \text{ton}$$

$$F(x - x) = \frac{F_x}{8 \text{ ejes}} = \frac{65,67}{8} = 8,21 \quad \text{ton}$$

5.1.1.3.2.- MÉTODO ESTÁTICO EQUIVALENTE (CEC 2000)

El Código Ecuatoriano de la Construcción CEC 2000, acepta como permitido el cálculo estático cuando las estructuras a examinarse o estudiarse por ese método tienen características regulares y/o rectangulares, tanto en planta como en elevación.

En el presente trabajo, el coliseo conserva las dos características de regularidad en su forma, por lo que el análisis estático será aceptado para esta estructura.

5.1.1.4 MODELACIÓN MATEMÁTICA

Para realizar la modelación matemática, se consideró el modelo arquitectónico que no tiene mayor complicación, por constar de figuras simples y sencilla, para lo cual no se necesita otra herramienta más que el SAP 2000 Versión 10.0, se estableció los modelos tridimensionales (ingresando datos) manualmente en el indicado programa de cálculo estructural.

El SAP 2000 por ser un programa de cálculo estructural de análisis y gracias a su amplia utilización; la eficacia del mismo permitirá admitir un modelo

suficientemente aceptable, luego de algunos cambios a efectuarse hasta que cumpla lo requerido.

5.1.1.4.1 USO DEL SAP 2000

Para el análisis de la estructura del graderío, se empleará el programa de análisis estructural SAP 2000, el cual permite realizar el estudio de varios modelos que fueron adoptados hasta crear uno que permita tener con mayor proximidad a la realidad y que represente a la estructura causa del presente análisis.

5.1.1.4.1.1 CARGAS EQUIVALENTES ACTUANTES SOBRE VIGAS

Las cargas que reciben las vigas es el área que influye sobre cada una, dependiendo del lado corto y del largo se tienen figuras triangulares o trapezoidales como áreas de aportación de carga, estas tienen a su vez un diagrama de carga equivalente para cada una de ellas.

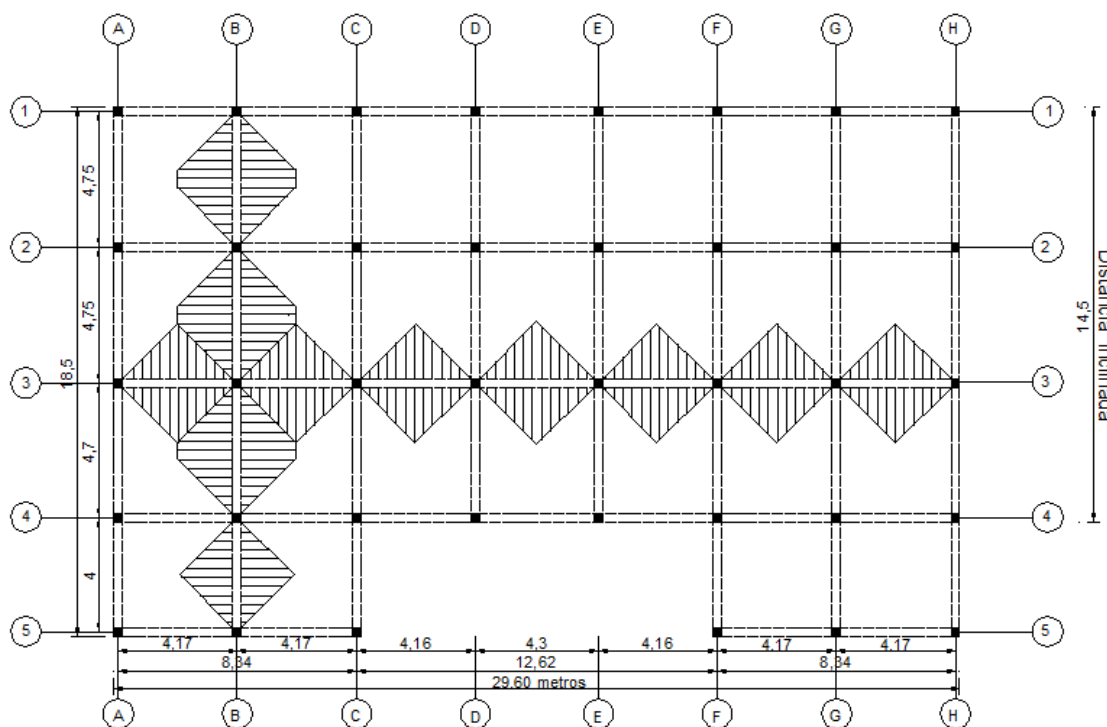
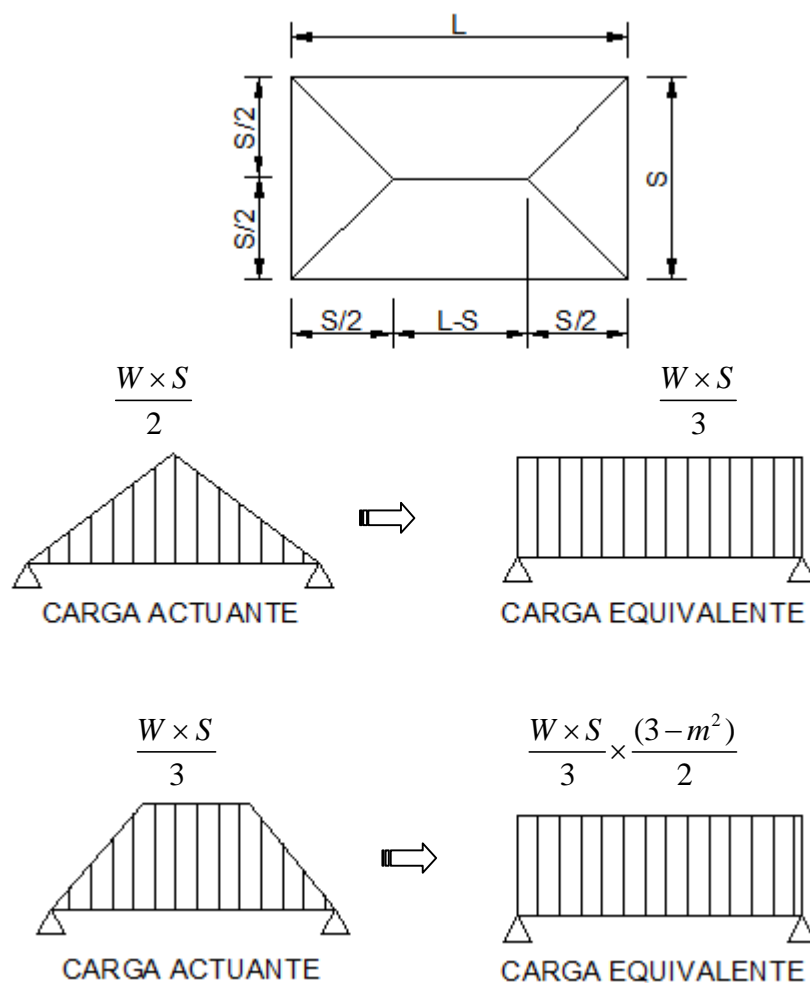


FIGURA 5.7.- Áreas cooperantes en vigas de estudio



DATOS:

$$W \begin{cases} CV = 0,5 & \text{ton/m}^2 \\ CM = 0,821 & \text{ton/m}^2 \end{cases}$$

VIGA 3

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| CV = | 1,39 | 1,39 | 1,39 | 1,43 | 1,39 | 1,39 | 1,39 | ton.m ² |
| CM = | 2,28 | 2,28 | 2,28 | 2,35 | 2,28 | 2,28 | 2,28 | ton.m ² |

$\frac{W \times S}{3}$ Fórmula para cálculo de cargas en todos los tramos por ser el área cooperante un triángulo

$$CM = \frac{W \times S}{3} + \frac{W \times S}{3} \quad CV = \frac{W \times S}{3} + \frac{W \times S}{3} \quad (1)$$

$\frac{W \times S}{3}$ = Carga equivalente de pórtico 2-3, $\frac{W \times S}{3}$ = Carga equivalente de pórtico 3-4

VIGA B

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| CV = | 1,55 | 1,55 | 1,54 | 1,33 | ton.m2 |
| CM = | 2,54 | 2,54 | 2,53 | 2,19 | ton.m2 |

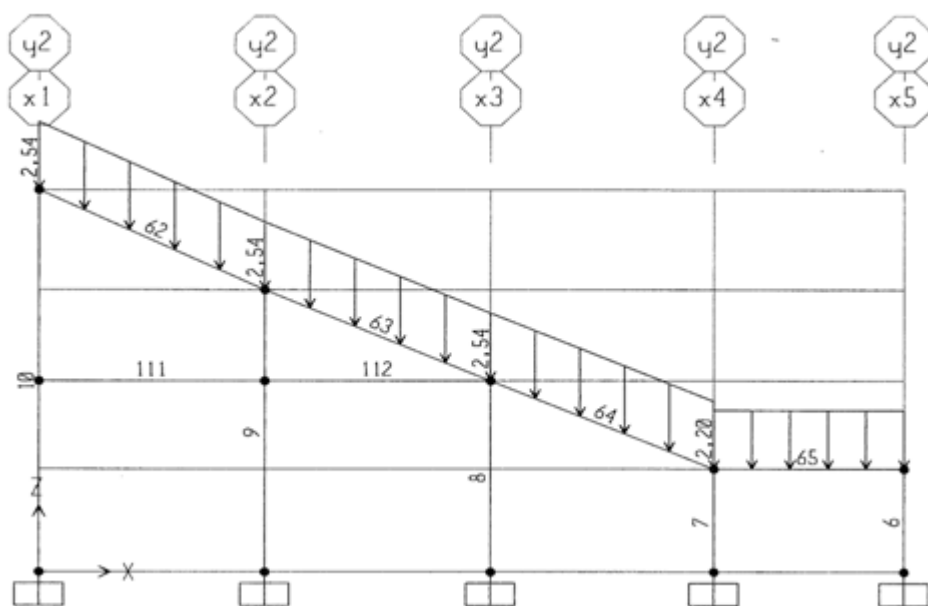
$L =$ $\leftarrow \frac{4,75}{4,17} \rightarrow \leftarrow \frac{4,75}{4,17} \rightarrow \leftarrow \frac{4,7}{4,17} \rightarrow \leftarrow \frac{4,17}{4} \rightarrow$
 $S =$

| | | | |
|--------------|---|----------|---|
| Para a,b,c = | $CV = \left(\frac{W \times S}{3} \times \frac{3 - m^2}{2} \right)$ $CM = \left(\frac{W \times S}{3} \times \frac{3 - m^2}{2} \right)$ $m = \frac{S}{L}$ | Para d ; | $CV = \frac{W \times S}{3} + \frac{W \times S}{3}$ $CM = \frac{W \times S}{3} + \frac{W \times S}{3}$ |
|--------------|---|----------|---|

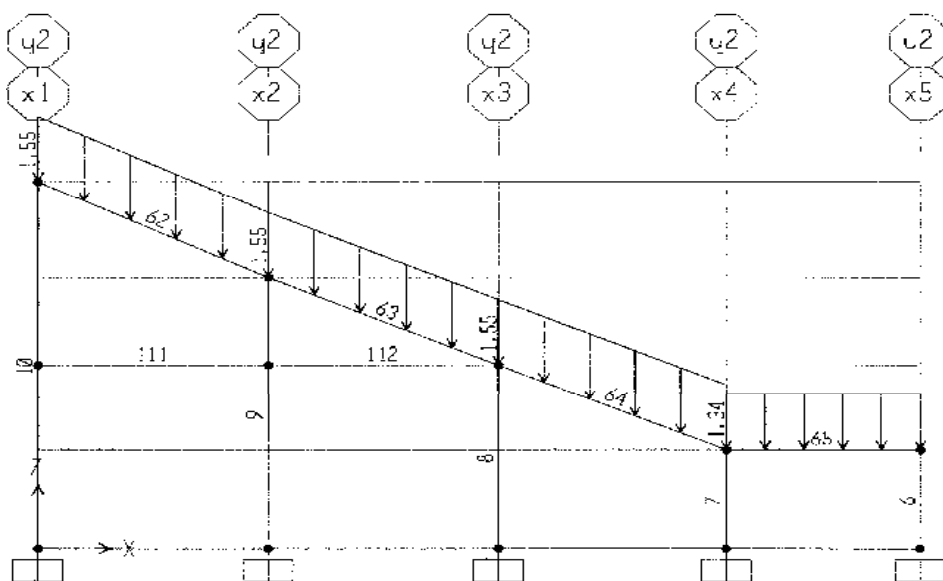
5.1.1.4.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Con los datos anteriores, y con la ayuda del programa de análisis estructural SAP 2000 se pudo obtener los siguientes datos que nos servirán para el posterior diseño de los elementos estructurales, como vigas, columnas y cimentación.

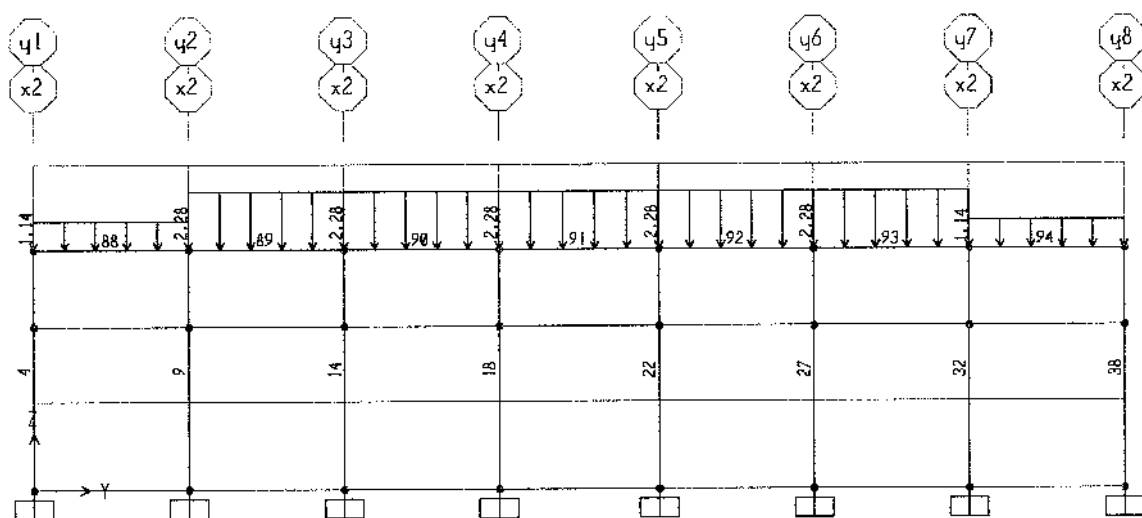
a.- Carga Muerta en pórtico B



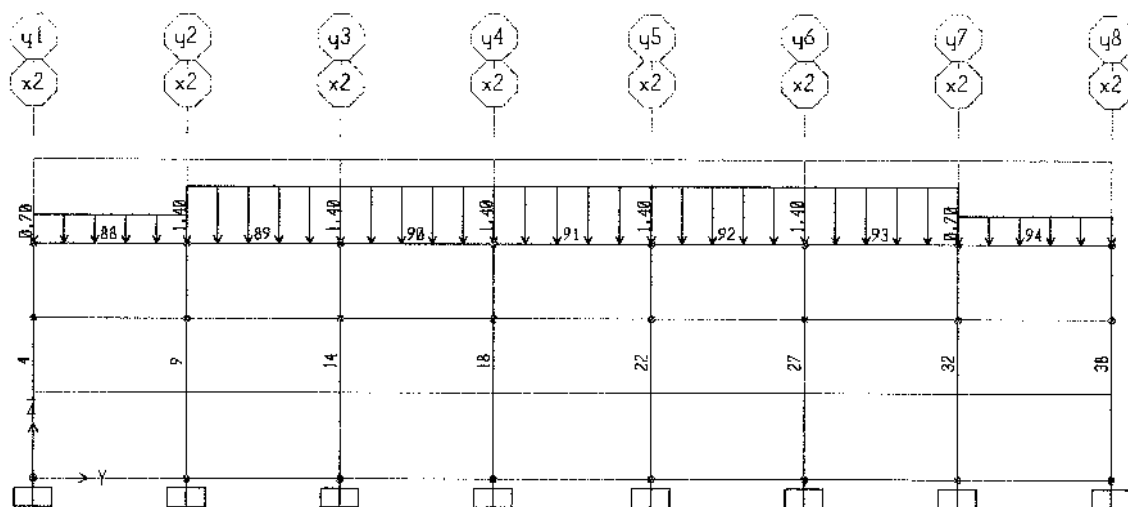
b.- Carga Viva en Pórtico B



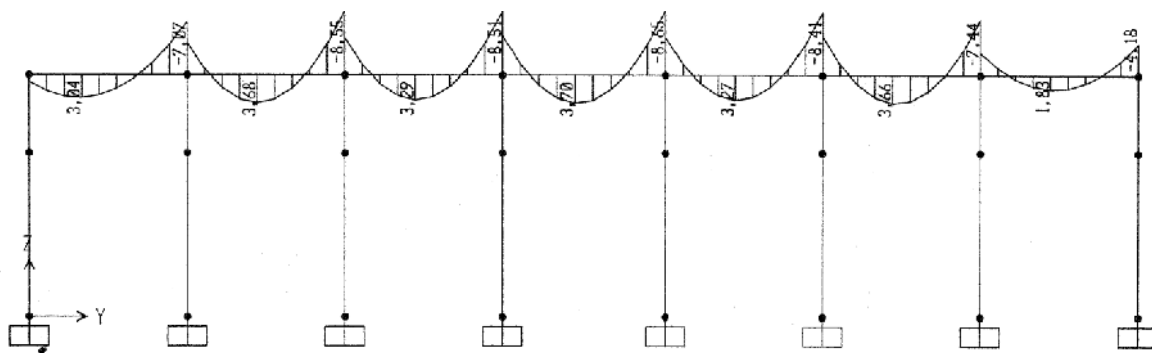
c.- Carga Muerta en pórtico 3



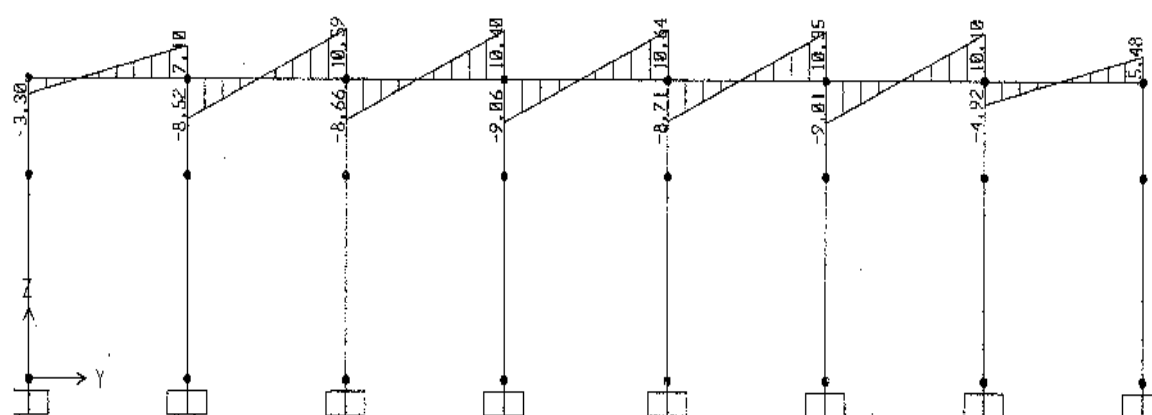
d.- Carga viva en Pórtico 3



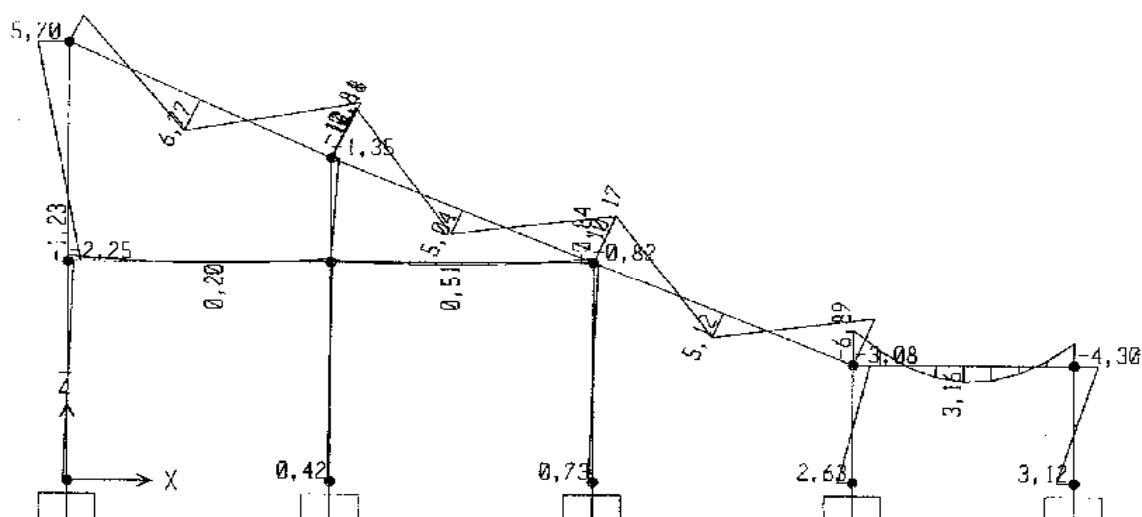
e.- Gráfico de Momentos en Pórtico 3



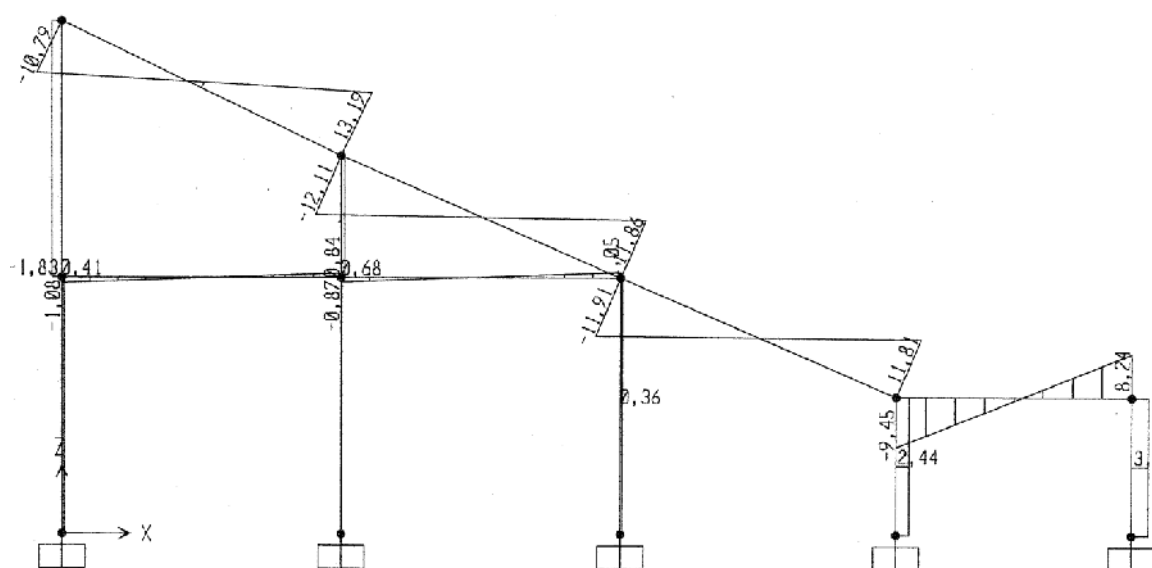
f.- Gráfico de Cortante en pórtico 3



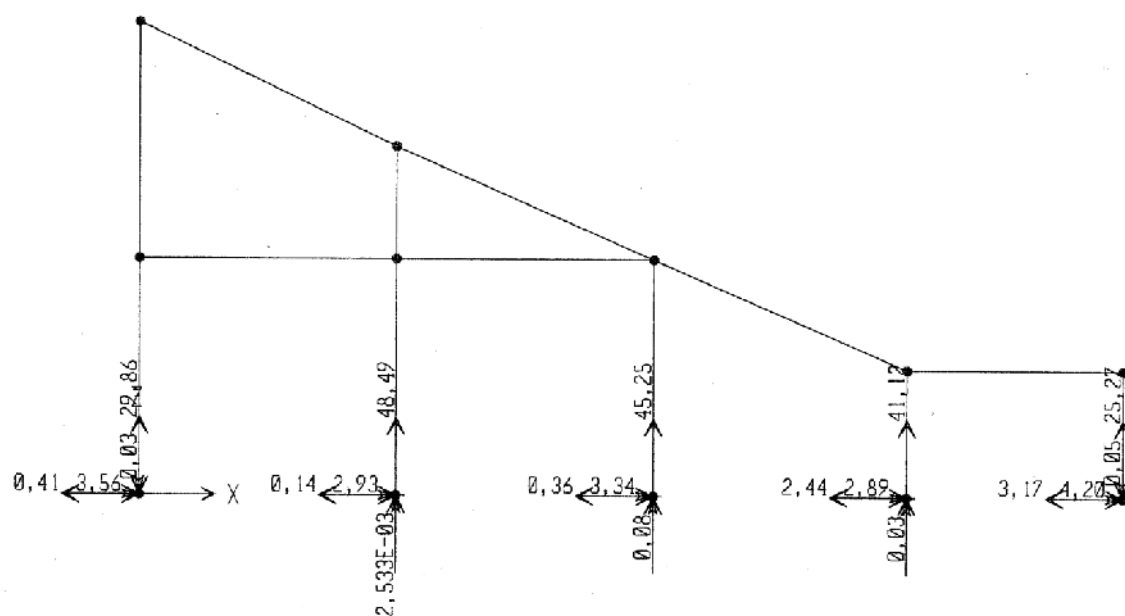
g.- Gráfico de Momentos en Pórtico B



h.- Gráfico de cortantes en Pórtico B



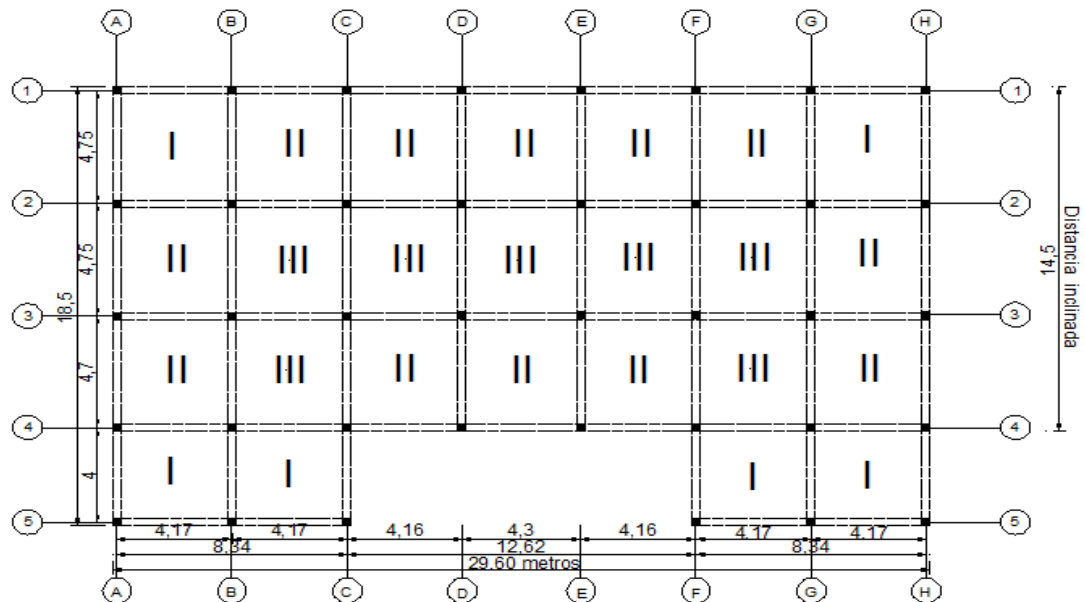
i.- Reacciones en Pórtico B (más crítica).



5.1.1.4.3 DISEÑO DE LOSA PARA EL GRADERÍO

CALCULO DE LOSA DE GRADERIO POR EL METODO DEL ACI

1.- PANELES TIPO



2.- DATOS

Carga Viva = 0.5 ton/m^2

Carga Muerta (losa) = 0.401 ton/m^2

Carga Muerta (grad.) = 0.420 ton/m^2

3.- CARGA DE SISMO EN FUNCION DE CORTANTE BASAL (E)

$$E = 0.14 (CM + 0.25 CV) = 0.14 (0.821 + 0.25 \times 0.5) = 0.15 \text{ ton/m}^2$$

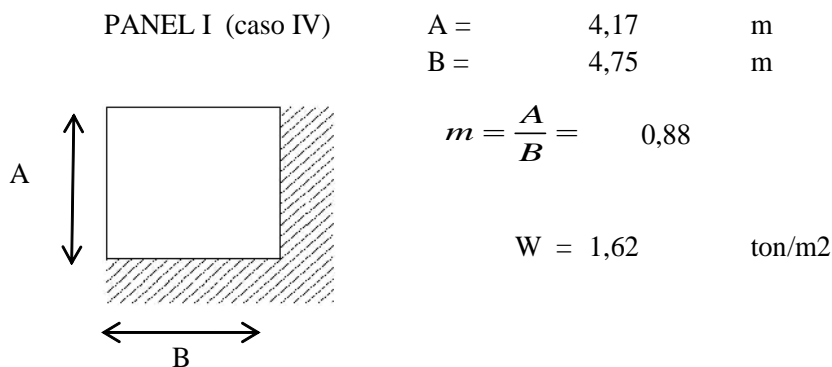
3.1 CARGA ÚLTIMA FACTORADA

$$U = 0.75 (1.4CM + 1.7 CV + 1.1 E)$$

$$U = 0.75 (1.4 \times 0.821 + 1.7 \times 0.5 + 1.1 \times 0.15) = 1.62 \text{ ton/m}^2$$

| | | |
|------|-------|--------------------|
| CV = | 0,5 | ton/m ² |
| CM = | 0,821 | ton/m ² |
| E = | 0,15 | ton/m ² |
| U = | 1,62 | ton/m ² |

4.- RESOLUCIÓN DE PANELES por el método 3 del ACI



a) Coeficientes para momentos negativos en losas , Tabla # 1 de LEORO

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------|-------|----------------------------|----------------------|
| Ca(-) | 0,90 | → | 0,06 | interpolando para m = 0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,066 | | Ca(-) = 0,063 |
| Cb(-) | 0,90 | → | 0,04 | interpolando para m = 0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,034 | | Cb(-) = 0,037 |
| | | | | | |
| $Ma(-) = Ca(-) \times W \times A^2 =$ | 1,77 | ton.m | | | |
| $Mb(-) = Cb(-) \times W \times B^2 =$ | 1,35 | ton.m | | | |

b) Coeficientes para momentos positivos a carga muerta en losas, Tabla # 2 de LEORO

| | | | | | |
|--|-------------|-------|-------|----------------------------|----------------------|
| Ca(+) | 0,90 | → | 0,033 | interpolando para m = 0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,036 | | Ca(+) = 0,034 |
| Cb(+) | 0,90 | → | 0,022 | interpolando para m = 0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,019 | | Cb(+) = 0,021 |
| | | | | | |
| $Ma(+) = Ca(+) \times CM \times A^2 =$ | 0,49 | ton.m | | | |
| $Mb(+) = Cb(+) \times CM \times B^2 =$ | 0,39 | ton.m | | | |

c) Coeficientes para momentos positivos a carga viva en losas, Tabla # 3 de LEORO

$$\begin{array}{llll} \text{Ca}(+) & 0,90 & \longrightarrow & 0,039 \\ & 0,85 & \longrightarrow & 0,043 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{interpolando para } m=0,88 \\ \text{Ca}(+) = \end{array} \quad \mathbf{0,041}$$

$$\begin{array}{llll} \text{Cb}(+) & 0,90 & \longrightarrow & 0,026 \\ & 0,85 & \longrightarrow & 0,023 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{interpolando para } m=0,88 \\ \text{Cb}(+) = \end{array} \quad \mathbf{0,025}$$

$$Ma(+) = Ca(+) \times CV \times A^2 = \mathbf{0,36} \quad \text{ton.m}$$

$$Mb(+) = Cb(+) \times CV \times B^2 = \mathbf{0,28} \quad \text{ton.m}$$

$$\begin{array}{llll} \text{Para Carga Viva: } Ma(+) = Ma(+) \text{ en paso b} + Ma(+) \text{ en paso c} = & \mathbf{0,84} & \text{ton.m} \\ Ma(-) = \text{tramo discontinuo} = 0,84/3 = & \mathbf{0,28} & \text{ton.m} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{Para Carga Muerta: } Mb(+) = Mb(+) \text{ en paso b} + Mb(+) \text{ en paso c} = & \mathbf{0,67} & \text{ton.m} \\ Mb(-) = \text{tramo discontinuo} = 0,67/3 = & \mathbf{0,22} & \text{ton.m} \end{array}$$

d) Relación de la carga W en direcciones de A y B para corte en losas y cargas sobre apoyos, Tabla # 4.

$$\begin{array}{llll} \text{Wa} & 0,90 & \longrightarrow & 0,60 \\ & 0,85 & \longrightarrow & 0,66 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{interpolando para } m=0,88 \\ \text{Wa} = \end{array} \quad \mathbf{0,63}$$

$$\begin{array}{llll} \text{Wb} & 0,90 & \longrightarrow & 0,40 \\ & 0,85 & \longrightarrow & 0,34 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{interpolando para } m=0,88 \\ \text{Wb} = \end{array} \quad \mathbf{0,37}$$

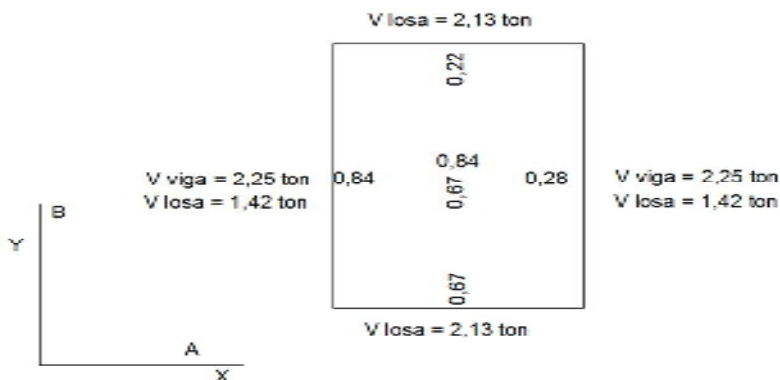
Corte en Losa :

$$Va = Wa \times W_r \times \frac{A}{2} = \mathbf{2,13} \quad \text{ton}$$

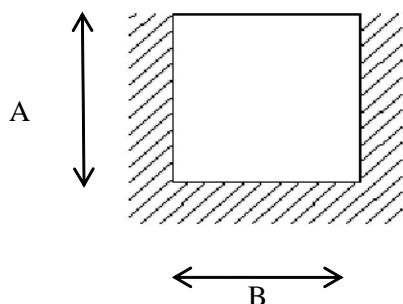
$$Vb = Wb \times W_r \times \frac{B}{2} = \mathbf{1,42} \quad \text{ton}$$

Corte en viga :

$$Vb = W \times \frac{A}{3} = \mathbf{2,25} \quad \text{ton}$$



PANEL II (caso VIII) $A = 4,17$ m
 $B = 4,75$ m



$$m = \frac{A}{B} = 0,88$$

$$W = 1,62 \quad \text{ton/m}^2$$

a) Coeficientes para momentos negativos en losas , Tabla # 1 de LEORO

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Ca(-) | 0,90 | → | 0,043 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,049 | | Ca(-) = 0,0466 |

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Cb(-) | 0,90 | → | 0,052 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,046 | | Cb(-) = 0,0496 |

$$Ma(-) = Ca(-) \times W \times A^2 = \mathbf{1,31} \quad \text{ton.m}$$

$$Mb(-) = Cb(-) \times W \times B^2 = \mathbf{1,81} \quad \text{ton.m}$$

b) Coeficientes para momentos positivos a carga muerta en losas, Tabla # 2 de LEORO

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Ca(+) | 0,90 | → | 0,025 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,029 | | Ca(+) = 0,0274 |

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Cb(+) | 0,90 | → | 0,019 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,017 | | Cb(+) = 0,0182 |

$$Ma(+) = Ca(+) \times CM \times A^2 = \mathbf{0,39} \quad \text{ton.m}$$

$$Mb(+) = Cb(+) \times CM \times B^2 = \mathbf{0,34} \quad \text{ton.m}$$

c) Coeficientes para momentos positivos a carga viva en losas, Tabla # 3 de LEORO

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|----------------------|
| Ca(+) | 0,90 | → | 0,035 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,04 | | Ca(+) = 0,038 |

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|----------------------|
| Cb(+) | 0,90 | → | 0,024 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,022 | | Cb(+) = 0,025 |

$$Ma(+) = Ca(+) \times CV \times A^2 = \mathbf{0,33} \quad \text{ton.m}$$

$$Mb(+) = Cb(+) \times CV \times B^2 = \mathbf{0,46} \quad \text{ton.m}$$

Para Carga Viva: $M_a(+) = M_a(+) \text{ en paso b} + M_b(+) \text{ en paso c} = \mathbf{0,72} \text{ ton.m}$
 $M_a(-) = \text{tramo discontinuo} = 0,72/3 = \mathbf{0,24} \text{ ton.m}$

Para Carga Muerta: $M_b(+) = M_b(+) \text{ en paso b} + M_b(+) \text{ en paso c} = \mathbf{0,80} \text{ ton.m}$
 $M_b(+) = \text{tramo discontinuo} : 0,80/3 = \mathbf{0,27} \text{ ton.m}$

d) Relación de la carga W en direcciones de A y B para corte en losas y cargas sobre apoyos, Tabla # 4.

| | | | | | |
|----|------|---|------|----------------------------|-------------------|
| Wa | 0,90 | → | 0,43 | interpolando para m = 0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,49 | | Wa = 0,454 |
| | | | | | |
| Wb | 0,90 | → | 0,57 | interpolando para m = 0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,51 | | Wb = 0,546 |

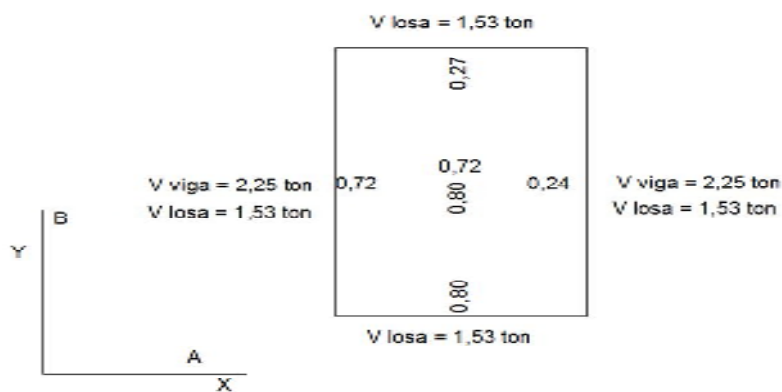
Corte en Losa :

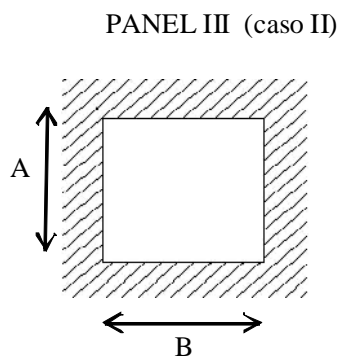
$$Va = Wa \times W_r \times \frac{A}{2} = \mathbf{1,53} \text{ ton}$$

$$Vb = Wb \times W_r \times \frac{B}{2} = \mathbf{2,10} \text{ ton}$$

Corte en viga :

$$Vb = W \times \frac{A}{3} = \mathbf{2,25} \text{ ton}$$





$$A = 4,17 \text{ m}$$

$$B = 4,75 \text{ m}$$

$$m = \frac{A}{B} = 0,88$$

$$W = 1,62 \text{ ton/m}^2$$

a) Coeficientes para momentos negativos en losas , Tabla # 1 de LEORO

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|----------------------|
| Ca(-) | 0,90 | → | 0,055 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,06 | | Ca(-) = 0,057 |

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Cb(-) | 0,90 | → | 0,037 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,031 | | Cb(-) = 0,0346 |

$$M a (-) = C a (-) \times W \times A^2 = \mathbf{1,61} \text{ ton.m}$$

$$M b (-) = C b (-) \times W \times B^2 = \mathbf{1,26} \text{ ton.m}$$

b) Coeficientes para momentos positivos a carga muerta en losas, Tabla # 2 de LEORO

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Ca(+) | 0,90 | → | 0,022 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,024 | | Ca(+) = 0,0228 |

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Cb(+) | 0,90 | → | 0,014 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,012 | | Cb(+) = 0,0132 |

$$M a (+) = C a (+) \times C M \times A^2 = \mathbf{0,33} \text{ ton.m}$$

$$M b (+) = C b (+) \times C M \times B^2 = \mathbf{0,24} \text{ ton.m}$$

c) Coeficientes para momentos positivos a carga viva en losas, Tabla # 3 de LEORO

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Ca(+) | 0,90 | → | 0,034 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,037 | | Ca(+) = 0,0352 |

| | | | | | |
|-------|------|---|-------|---------------------------|-----------------------|
| Cb(+) | 0,90 | → | 0,022 | interpolando para m =0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,019 | | Cb(+) = 0,0208 |

$$M a (+) = C a (+) \times C V \times A^2 = \mathbf{0,31} \text{ ton.m}$$

$$M b (+) = C b (+) \times C V \times B^2 = \mathbf{0,23} \text{ ton.m}$$

Para Carga Viva: $Ma(+) = Ma(+) \text{ en paso b} + Ma(+) \text{ en paso c} = \mathbf{0,63} \text{ ton.m}$
 $Ma(-) = \text{tramo continuo} = \mathbf{0,63} \text{ ton.m}$

Para Carga Muerta: $Mb(+) = Mb(+) \text{ en paso b} + Mb(+) \text{ en paso c} = \mathbf{0,48} \text{ ton.m}$
 $Mb(+) = \text{tramo continuo} = \mathbf{0,48} \text{ ton.m}$

d) Relación de la carga W en direcciones de A y B para corte en losas y cargas sobre apoyos, Tabla # 4.

| | | | | | |
|----|------|---|------|--------------------------|-------------------|
| Wa | 0,90 | → | 0,60 | interpolando para m=0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,66 | | Wa = 0,624 |
| | | | | | |
| Wb | 0,90 | → | 0,40 | interpolando para m=0,88 | |
| | 0,85 | → | 0,34 | | Wb = 0,376 |

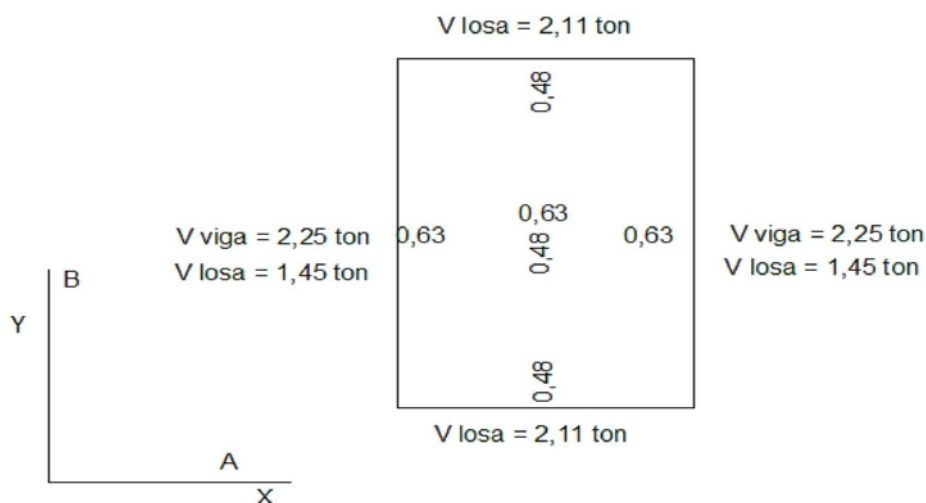
Corte en Losa :

$$Va = Wa \times W_r \times \frac{A}{2} = \mathbf{2,11} \text{ ton}$$

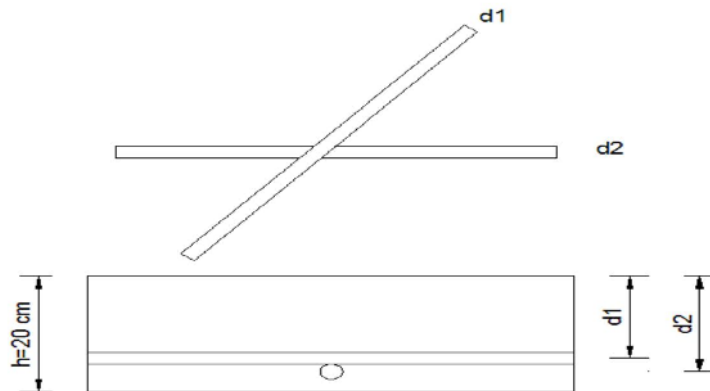
$$Vb = Wb \times W_r \times \frac{B}{2} = \mathbf{1,45} \text{ ton}$$

Corte en viga :

$$Vb = W \times \frac{A}{3} = \mathbf{2,25} \text{ ton}$$



El Panel # II, que corresponde al caso IV del método III del ACI, servirá como tipo para realizar los cálculos:



| | | | | |
|--------|-------------|------|--------------------|------------|
| DATOS: | $f_c =$ | 210 | Kg/cm ² | |
| | $f_y =$ | 2800 | Kg/cm ² | (Grado 60) |
| | $h =$ | 20 | cm | |
| | $V_{cal} =$ | 2,25 | ton | (panel II) |

$V_{cal} = 2.25$ ton (dato del cálculo de losa por el método del ACI III)
 f_y = Límite de Fluencia del acero

ASUMO : $\Phi = 14$ mm

$$d1 = h - \Phi - \Phi - 1 = 20 - 1.4 - 1.4 - 1 = 16 \text{ cm}$$

$$d2 = d1 + \Phi = 16 + 1.4 = 17.5 \text{ cm}$$

$$\phi_{con} = 0.85$$

$$V_{c_{d1}} = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d = 0.53 \times \sqrt{210} \times 20 \times 16 = 2457.7 \text{ Kg}$$

$$V_{c_{d2}} = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d = 0.53 \times \sqrt{210} \times 20 \times 17.5 = 2688.1 \text{ Kg}$$

$$V_{u_{d1}} = \phi \times V_{c_{d1}} = 0.85 \times 2457.7 = 2089.05 \text{ Kg} = 2.08 \text{ ton}$$

$$V_{u_{d2}} = \phi \times V_{c_{d2}} = 0.85 \times 2688.1 = 2284.9 \text{ Kg} = 2.28 \text{ ton}$$

$$V_u \approx V_{cal} \Rightarrow 2.28 \approx 2.25 \therefore \text{Acepto}$$

DISEÑO DE REFUERZO

$$\rho \leq 0,5 \rho \times b \times d$$

$$\rho b_{adm} = 0,85 \beta_1 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right) \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right) =$$

$$\rho b_{adm} = 0,85 \times 0,85 \left(\frac{210}{2800} \right) \left(\frac{6120}{6120 + 2800} \right) = 0,03718$$

$$\rho = 0,5 \times \rho b_{adm}$$

$$\rho = 0,5 \times 0,03718 = 0,0186$$

$$\rho \leq 0,5 \rho b$$

$$0,0186 < 0,03718 \quad \text{Acepto}$$

$$K_n = \rho \times f_y \left(1 - 0,59 \rho \times \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

$$K_n = 0,0186 \times 2800 \left(1 - 0,59 \times 0,0186 \times \frac{2800}{210} \right)$$

$$K_n = 44,33$$

MOMENTO RESISTENTE

$$\phi = 0,90 \quad \text{por flexión}$$

$$M_{Rl} = K_n \times b \times d^2$$

$$M_{Rl} = 44,33 \times 20 \times 16^2 = 226969,6 \text{ Kg.cm} = 2,27 \text{ ton.m}$$

$$Mu_1 = \phi \times M_{Rl} = 0,90 \times 2,27 = 2,04 \text{ ton.m}$$

DIRECCIÓN Y (d1)

Del cálculo de paneles: Mcal = 0,80 Ton.m

Mu = 2,44 ton.m

Mu > Mcal ; 2,44 > 0,80 entonces ok.

DIRECCIÓN X (d2)

Del cálculo de paneles: $M_{cal} = 0,72 \text{ Ton.m}$

$M_u = 2,44 \text{ ton.m}$

$M_u > M_{cal}$; $2,44 > 0,72$ entonces ok.

DISEÑO A FLEXIÓN DEL REFUERZO

$$K = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} < K_n$$

$$K = \frac{2,44 \times 10^5}{0,90 \times 20 \times 17,5^2} = 44,26$$

$$K < K_n \quad \therefore \quad 44,26 < 44,33 \Rightarrow \text{Ok}$$

$$\rho = 0,85 \frac{f_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 \times K}{f'c}} \right) \leq \rho_{adm}$$

$$\rho = 0,85 \frac{210}{2800} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,36 \times 44,26}{210}} \right) \leq 0,0186$$

$$\rho = 0,0185$$

$$\rho \leq \rho_{adm} \quad \therefore \quad 0,0185 \leq 0,0186 \Rightarrow \text{Ok}$$

$\rho = \%$ de acero necesario

$$A_s = \rho \times b \times d = 0,0185 \times 20 \times 17,5 = 6,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min(+)}} = \frac{14}{f_y} \times b \times d = \frac{14}{2800} \times 20 \times 17,5 = 1,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min temp}} = 0,0020 \times b \times t = 0,0020 \times 20 \times 17,5 = 0,7 \text{ cm}^2$$

| Mu (ton.m) | d (cm) | K (kg/cm2) | p | As (cm2) | Asmin(cm2) | Asmin temp |
|---------------|--------|------------|--------|----------|------------|------------|
| SENTIDO X -X | | | | | | |
| 2,04 | 17,5 | 44,33 | 0,0186 | 6,51 | 1,8 | 0,7 |
| | | | | | | |
| SENTIDO Y - Y | | | | | | |
| 2,44 | 16 | 44,26 | 0,0185 | 5,92 | 1,6 | 0,7 |

$$\# \text{ de varillas} = \frac{A_c}{\phi \text{ varilla}} = \frac{6,51}{1,4} = 4,65$$

$$\# \text{ de varillas} = \frac{A_c}{\phi \text{ varilla}} = \frac{5,92}{1,4} = 4,2$$

Entonces se colocan 2 varillas de $\varnothing 14$ mm en direcciones X – X, Y - Y

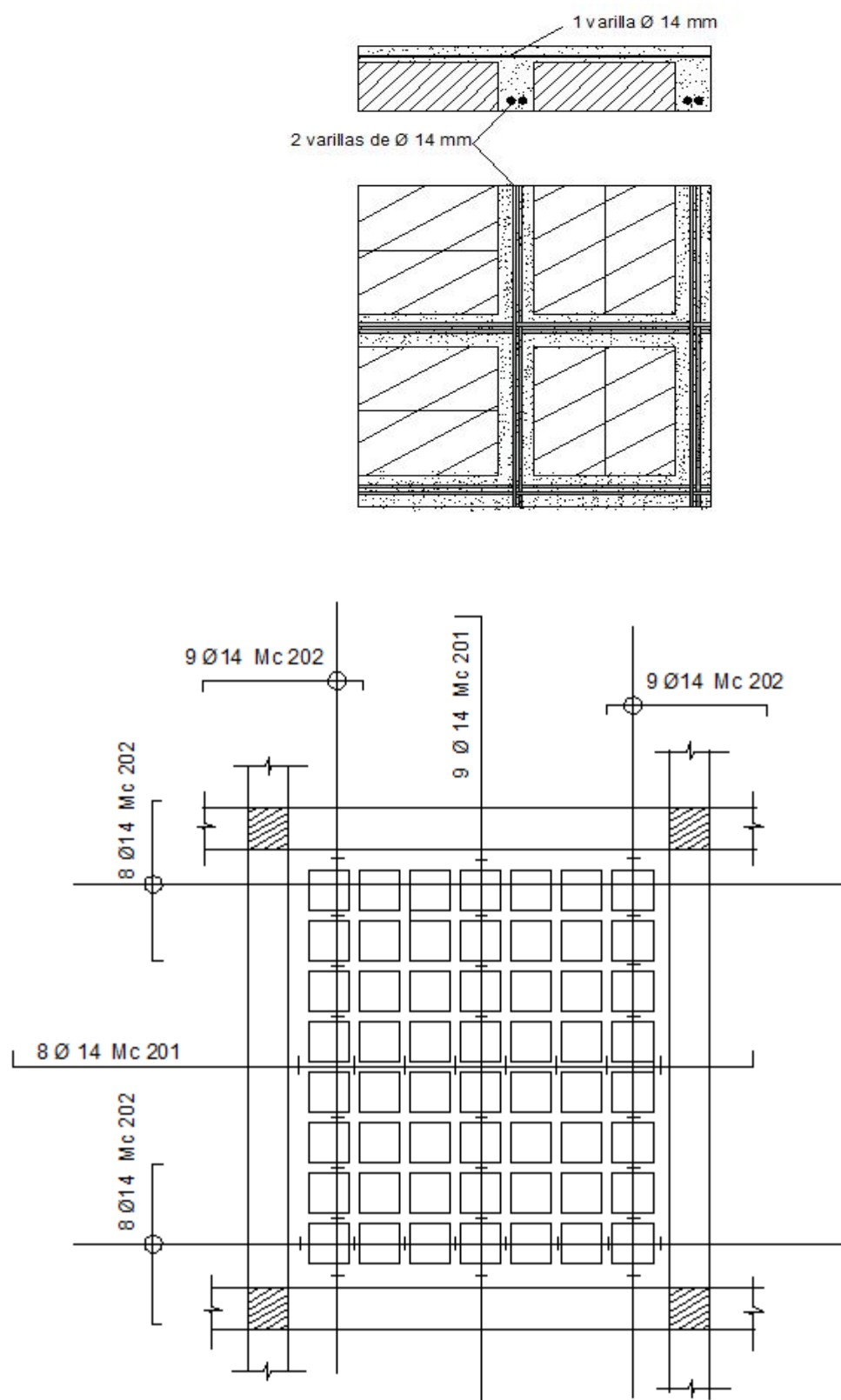
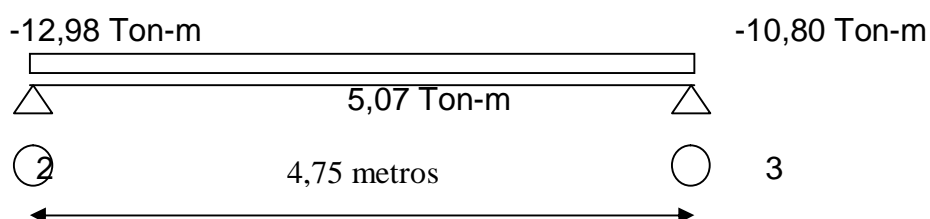


FIGURA 5.8 Losa tipo

Se asume el mismo armado para las gradas de acceso, considerando como losa alivianada.

5.1.1.4.4 DISEÑO DE VIGA CRÍTICA EN HORMIGON ARMADO

5.1.1.4.4.1 DISEÑO DE VIGA DEL PORTICO B, ENTRE PORTICOS 2 - 3



Datos:

$M_2 = -12,98 \text{ Ton.m}$ Obtenido del SAP 2000

$M_3 = -10,890 \text{ Ton.m}$ Obtenido del SAP 2000

$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$b = 40 \text{ cm}$

$d = 34 \text{ cm}$

$\phi = 0,90$

Donde:

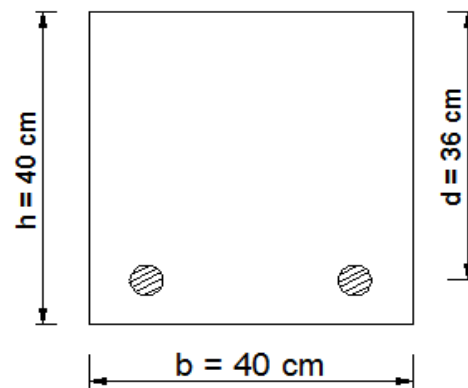
f_y = Resistencia especificada a la fluencia para el acero de refuerzo no presforzado, Kg/cm^2 .

f'_c = Resistencia especificada a la compresión del concreto, Kg/cm^2 .

p_{max} = Porcentaje del acero de refuerzo no presforzado a la tensión.

Φ = Factor de reducción de resistencia

A_s = Acero de refuerzo



Asumo un porcentaje de acero que puede ser < o igual que el máximo:

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0,016$$

Se calcula el índice de refuerzo para ese porcentaje de acero:

$$q_{m\acute{a}x} = \rho_{m\acute{a}x} \times \frac{f_y}{f'_c} = 0,016 \times \frac{4200}{210} = 0,32$$

Se procede a calcular el momento último M_u resistente para la sección de la viga:

$$M_u = \phi \times q \times f'_c \times b \times d^2 \times (1 - 0,59 \times q)$$

$$M_u = 0,9 \times 0,32 \times 210 \times 40 \times 36^2 \times (1 - 0,59 \times 0,32)$$

$$M_u = 2543341,732 \text{ kg.cm}$$

$$M_u = 25,4 \text{ Ton.m}$$

$$M_u > M_s \Rightarrow \text{Viga simplemente armada}$$

$$\boxed{25,4 \text{ Ton.m} > 12,98 \text{ Ton.m}}$$

M_s = Momento solicitante para la viga.

Para viga 30 x 30, el $M_u = 9,9 \text{ ton.m} > 12,98 \text{ Ton.m}$, por lo tanto se acepta la viga de:

40 x 40 cm.

Calculo la constante K para calcular el porcentaje de acero en la sección (extremo 2)

$$K = \frac{M_u}{\phi \times f'_c \times b \times d^2}$$

$$K = \frac{12,98 \times 10^5}{0,9 \times 210 \times 40 \times 36^2} = 0.132$$

Calculo del porcentaje de acero, el cual debe ser menor que el máximo permitido y mayor que el mínimo.

$$\rho = \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times K}}{2.18}$$

$$\rho = \frac{210}{4200} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times 0.132}}{2.18}$$

$$\rho = 0.0072$$

$$\rho_b = 0.85 \times \beta \times \left(\frac{f'_c}{F_y} \right) \left(\frac{6120}{6120 + F_y} \right) = 0.0214, \beta = 0.85$$

$$\frac{\rho}{\rho_b} = \frac{0.0072}{0.0214} = 0.336 < 0.5 \text{ por lo tanto Ok.}$$

$$\rho_{max} = 0.5 \times \rho_b \quad \text{Por ductilidad sísmica}$$

$$\rho_{max} = 0.5 \times 0.0214 = 0.0107$$

Calculo del área de acero en la sección

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$A_s = 0.0072 \times 40 \times 36 = 10.3 \text{ cm}^2$$

Calculo la constante K para calcular el porcentaje de acero en la sección (extremo 3)

$$K = \frac{Mu}{\phi \times f'_c \times b \times d^2}$$

$$K = \frac{10.80 \times 10^5}{0,9 \times 210 \times 40 \times 36^2} = 0.110$$

Calculo del porcentaje de acero, el cual debe ser menor que el máximo permitido y mayor que el mínimo.

$$\rho = \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times K}}{1.18}$$

$$\rho = \frac{210}{4200} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times 0.110}}{1.18}$$

$$\rho = 0.0059$$

$$\rho_b = 0.85 \times \beta \times \left(\frac{f'_c}{F_y} \right) \left(\frac{6120}{6120 + F_y} \right) = 0.0214, \beta = 0.85$$

$$\frac{\rho}{\rho_b} = \frac{0.0059}{0.0214} = 0.0275 < 0.5 \text{ por lo tanto Ok.}$$

$$\rho_{max} = 0.5 \times \rho_b \quad \text{Por ductilidad sísmica}$$

$$\rho_{max} = 0.5 \times 0.0214 = 0.0107$$

Calculo del área de acero en la sección

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$A_s = 0.0059 \times 40 \times 36 = 8.41 \text{ cm}^2$$

Calculo la constante K para calcular el porcentaje de acero en la sección (momento +)

$$K = \frac{Mu}{\phi \times f'_c \times b \times d^2}$$

$$K = \frac{5.07 \times 10^5}{0.9 \times 210 \times 40 \times 36^2} = 0.0517$$

Calculo del porcentaje de acero, el cual debe ser menor que el máximo permitido y mayor que el mínimo.

$$\rho = \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times K}}{1.18}$$

$$\rho = \frac{210}{4200} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times 0,0517}}{1,18}$$

$$\rho = 0,0026$$

$$\rho b = 0,85 \times \beta \times \left(\frac{f_c}{F_y} \right) \left(\frac{6120}{6120 + F_y} \right) = 0,0214 \quad , \beta = 0,85$$

$$\frac{\rho}{\rho b} = \frac{0,0026}{0,0214} = 0,121 < 0,5 \text{ por lo tanto Ok.}$$

$$\rho_{max} = 0,5 \times \rho b \quad \text{Por ductilidad sísmica}$$

$$\rho_{max} = 0,5 \times 0,0214 = 0,0107$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,0033 < \rho < 0,016$$

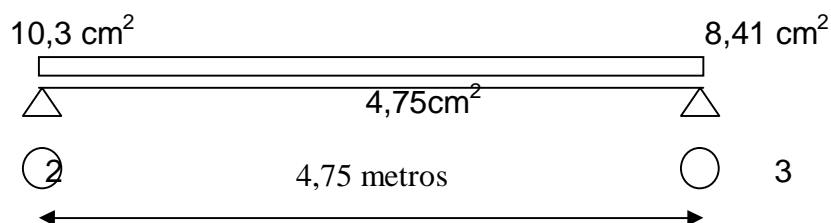
ρ es mayor que 0,0033 entonces se acepta $\rho = 0,0033$

Calculo del área de acero en la sección

$$As = \rho \times b \times d$$

$$As = 0,0033 \times 40 \times 36 = 4,75 \text{ cm}^2$$

Áreas de acero necesarias en la viga eje B entre ejes 2 y 3

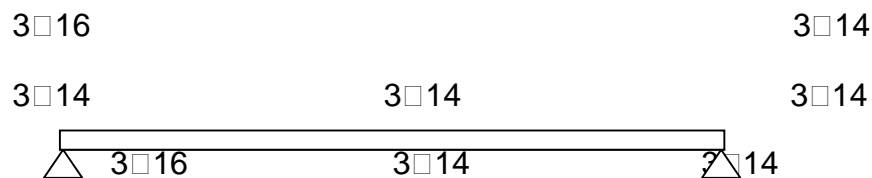
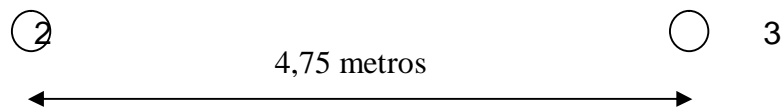
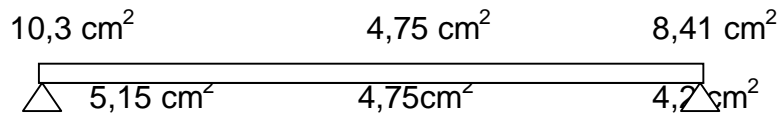


Según el ACI 319-99 en la sección 21.3.2.2, se debe cumplir con los siguientes requerimientos de resistencia:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{As^-}{2} \end{array} \right.$$

$$A_{s+} \geq \rho_{min}$$

$$\frac{A_s}{A_c}$$



CONTROL DE CORTE

V_u = capacidad de carga última por corte

V_n = capacidad de carga nominal por corte

V_c = capacidad de carga del concreto a corte

V_s = capacidad de carga del acero a corte

$\phi = 0,85$ para corte

Para el diseño de las secciones transversales que están sujetas a cortante, se basará en la resistencia nominal al cortante calculada debe ser mayor a la fuerza cortante factorizada en la sección que se considera.

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$V_s = 0$, No existe cortante del acero

$$V_n = V_c$$

$$V_c = 0,53 \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$V_c = 0,53 \sqrt{210} \times 40 \times 34 = 10445,4 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0,85 \times 10,4 = 8,84 \text{ ton}$$

Del sap 2000 el valor de cortante:

$$V_u = 12,11 \text{ Ton}$$

Según el ACI el diámetro de los estribos será mínimo de $1 \square 10 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{V_u - V_c}{\phi} = \frac{12,11 - 8,84}{0,85} = 3,84 \text{ ton}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{1,57 \times 4200 \times 34}{3,84} = 58385 \text{ cm}$$

$$S \geq \begin{cases} d/4 & = \frac{34}{4} = 8.5 \text{ cm} \\ 8d_v_L & = 8 \times 1.4 \text{ cm} = 1.2 \text{ cm} \\ 24 d_v_t & = 24 \times 1 \text{ cm} = 24 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Entonces $S = 10 \text{ cm}$.

Capacidad cortante de los estribos:

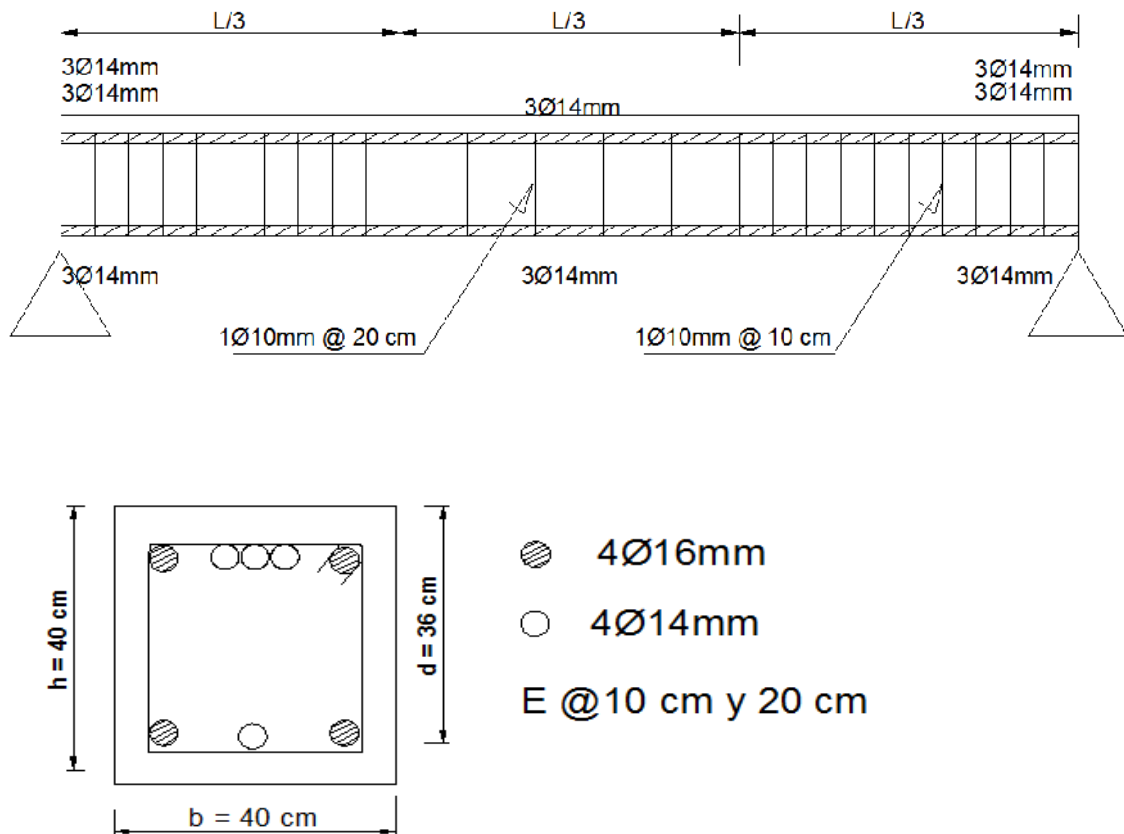
$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{s} = \frac{1,87 \times 4200 \times 34}{10} = 22419,6 \text{ kg}$$

$$V_s = 22,4 \text{ ton}$$

Cortante último

$$V_u = \phi V_c + \phi V_s = 0,85 \times 10445 + 0,85 \times 22419,6 = 27934,4 \text{ kg}$$

$$V_u = 27,9 \text{ Ton}$$



5.1.1.4.5 DISEÑO DE COLUMNA CRÍTICA EN HORMIGÓN ARMADO

Tomando en cuenta el comportamiento debido a las solicitaciones o esfuerzos, existen principalmente dos tipos de columnas de hormigón armado: columnas con estribos y columnas zunchadas (redondas).

En nuestro caso diseñaremos columnas con estribos, siguiendo especificaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción y del ACI.

Las columnas de hormigón armado con estribos transversales obtienen su resistencia a la compresión añadiendo la capacidad resistente del hormigón bajo cargas que incrementan lentamente, a la capacidad resistente del acero longitudinal (armadura principal), la carga axial nominal y la carga axial última se determinan con las siguientes expresiones:

A_s = área de acero de refuerzo longitudinal

A_c = área de hormigón descontado el refuerzo longitudinal

A_g = área geométrica de la sección

$$P_n = 0.85 f'_c \cdot A_c + A_s \cdot F_y$$

$$P_u = f \cdot P_n$$

$$P_u = f (0.85 f'_c \cdot A_c + A_s \cdot F_y)$$

Donde:

$f = 0.70$ para columnas con estribos

El ACI-95 recomienda realizar una reducción del 20% de la capacidad de las columnas no zunchadas, para obtener la carga axial última máxima efectiva, debido a la presencia de excentricidades mínimas no controlables en las solicitaciones.

$$P_{u,máx} = 0.80 f (0.85 f'_c \cdot A_c + A_s \cdot F_y)$$

La cuantía de armado en columnas se define tomando como referencia el área geométrica de la sección transversal, y puede ser determinada mediante la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{A_s}{A_g}$$

La carga axial última puede ser reemplazada por la siguiente relación, en función de la cuantía de armado:

$$P_u = f (0.85 f'_c \cdot A_c + r \cdot A_c \cdot F_y)$$

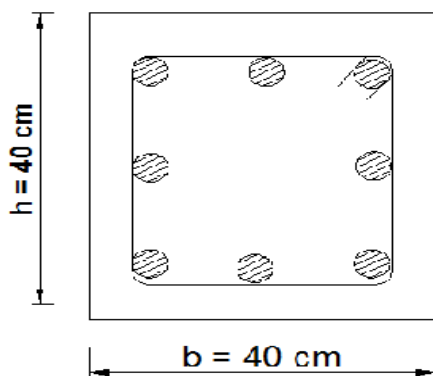
Para zonas no sísmicas, los códigos de construcción vigentes en nuestro país (ACI y Código Ecuatoriano de la Construcción) establecen que la cuantía mínima de armado principal en columnas sea de 0.01 y la cuantía máxima de armado sea de 0.08.

Para zonas sísmicas, el Código Ecuatoriano de la Construcción establece una cuantía mínima de armado principal en columnas de 0.01 y una cuantía máxima más restrictiva de 0.06”.

$$r_{\min} = 0.01$$

$$r_{\max} = 0.06$$

“En zonas sísmicas, el esfuerzo de fluencia del acero F_y no debe sobrepasar de 4200 Kg/cm^2 , para cumplir con criterios de ductilidad en el hormigón armado”.



Asumo: 8 varillas de diámetro 16 mm

Determinación de área geométrica, del área de acero y del área de hormigón.

$$A_g = 40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 8 \times (2,016) = 16,128 \text{ cm}^2$$

$$A_c = A_g - A_s = 1600 - 16,128 = 153,87 \text{ cm}^2$$

Verificación de cuantías mínimas y máximas de armado:

$$\rho = \frac{A_s}{A_g} = \frac{16,128}{1600} = 0,010$$

$$r_{\min} = 0.01$$

$$r_{\max} = 0.06$$

$$r > r_{\min} \text{ (ok)}$$

$$r < r_{\max} \text{ (ok)}$$

Determinación de carga de rotura:

$$P_u = 0.80 f (0.85 f'_c \cdot A_c + A_s \cdot F_y)$$

$$P_u = 0,8 \times 0.7(0.85 \times 210 \times 153,87 + 16,128 \times 4200)$$

$$P_u = 53313.90 \text{ Kg}$$

$$P_u = 53,3 \text{ ton.}$$

$$P_s = 48,5 \text{ ton (obtenido del SAP 2000)}$$

$P_s > P_u$ calculado, Entonces se acepta

K = factor de esbeltez = 0,8 empotrado – articulado.

REVISIÓN DE ESBELTEZ

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{40 \times 40^3}{12} = 213333.3 \text{ cm}^4$$

$$r_x = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{40}{\sqrt{12}} = 11.547 \text{ cm}$$

$$e = \frac{K \times Lu}{r} = \frac{0.8 \times 642}{11.547} = 44.48 \text{ cm}$$

Para un pórtico arriostrado, el límite superior de comportamiento para una columna corta es:

$$34 - 12 \frac{M_1}{M_2} = 34 - 12 \frac{(1.4 \times Mom_1 + 1.7 \times Mov_1)}{(1.4 \times Mom_2 + 1.7 \times Cv_2)} = 34 - 12 \times \frac{(1.4 \times 6.19 + 1.7 \times 3.33)}{(1.4 \times 3.26 + 1.7 \times 2.11)} = 11.08$$

$11.08 < 44.48$, por lo tanto no se incluye la esbeltez en el diseño.

Carga crítica de pandeo;

$$P_c = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(K \times Lu)^2} = \frac{\pi^2 \times 30000 \times 213333}{(1 \times 620)^2} = 164322.21 \text{ Kg} = 164.3 \text{ ton}$$

Carga y Momentos de Diseño

$P_u = 54,00$ Ton
 $M_u = 10,80$ Ton m
 COMB. 2

P_u 54,00

$M_{(+)}$

10,80

$M_{(-)}$ 10,80

Diseño a Flexión**Datos**

$f'_c = 210,00$ kg/cm²
 $F_y = 4200,00$ kg/cm²
 $E_s = 2100000$ kg/cm²
 $P_u = 54,00$ Ton
 $M_u = 10,80$ Ton m
 $r_g = 1,0 - 2,0$ %
 Sección = 20x30 cmxcm
 $b = 40$ cm
 $h = 40$ cm
 $d = 37,50$ cm

Cálculo de la sección de acero de refuerzo y excentricidad

$\rho_g = 1,00\%$
 $A_s = A_s' = \rho_g A_g$
 $A_s = A_s' = 16,00$ cm²
 $e = M_u / P_u$
 $e = 0,2$ m
 $e = 20,00$ cm

Revisión de la Carga dada

$C_b = (6120 / 6120 + F_y) d$
 $C_b = 22,24$

$\beta_1 = 0,85$

$a = \beta_1 C_b$

$a = 18,90$

$\epsilon'_s = 0,003 (C_b - \text{rec}) / C_b$

$\epsilon'_s = 0,00266$

$F_y/E = 0,00200$

$f'_s = E_s \epsilon'_s$

$f'_s = 5591,76$

$\phi P_{nb} = 0,70 (0,85 f_c b a + A'_s f'_s - A_s F_y)$

$\phi P_{nb} = 110063$

Falla de Tensión

Linda

Revisión de la Capacidad de la Sección

$$A = A's F_y = 67200,00$$

$$B = e / d - d' = 0,57$$

$$C = b h f'_c = 336000,00$$

$$D = 3 h e / d^2 = 1,71$$

$$P_n = A / (B+0,50) + (C / (D+1,18))$$

$$P_n = 179117,23 \text{ kg}$$

$$\phi P_n = 0,70 P_n$$

$$\phi P_n = 125382,06 \text{ kg}$$

$$\phi P_n = 125,38 \text{ Ton}$$

Sección adecuada para soportar cargas

Diseño a Corte

Datos

| | | |
|---------------------------|-----------|--------------------|
| $f'_c =$ | 210,00 | kg/cm ² |
| $F_y =$ | 4200,00 | kg/cm ² |
| $E_s =$ | 2100000 | kg/cm ² |
| $P_u =$ | 54 | Ton |
| $M_u =$ | 10,8 | Ton m |
| $r_g =$ | 1,0 - 2,0 | % |
| Seccion = | 20x30 | cmxcm |
| $b =$ | 40 | cm |
| $h =$ | 40 | cm |
| $d =$ | 37,5 | cm |
| $l_n =$ | 5,00 | m |
| $\phi_{\text{estribo}} =$ | 1,00 | cm |

Necesidad de armadura por Corte

$$P_u > A_g f'_c / 10 \quad 33600,00 \text{ kg}$$

ok - Usar Estribos

Longitud del Tramo de Refuerzo

$$l_o > \begin{cases} h \geq 50 & 40,00 \\ l_n/6 & 83,33 \\ 45 \text{ cm} & 45,00 \end{cases} \quad l_o = 83,33 \text{ cm}$$

$$l_1 = l_n - 2l_o \quad 333,33 \text{ cm}$$

$$S_o \leq \begin{cases} 8 d_{\text{long}} & 9,60 \\ 24 d_{\text{estribo}} & 24,00 \\ b/2 & 20,00 \\ 30 \text{ cm} & 30,00 \end{cases} \quad S_o \leq 9,6 \text{ cm}$$

$$S_1 \leq 2 S_o \quad 19,2 \text{ cm}$$

Linda

RESUMEN**ARMADURA A FLEXION****SECCION**

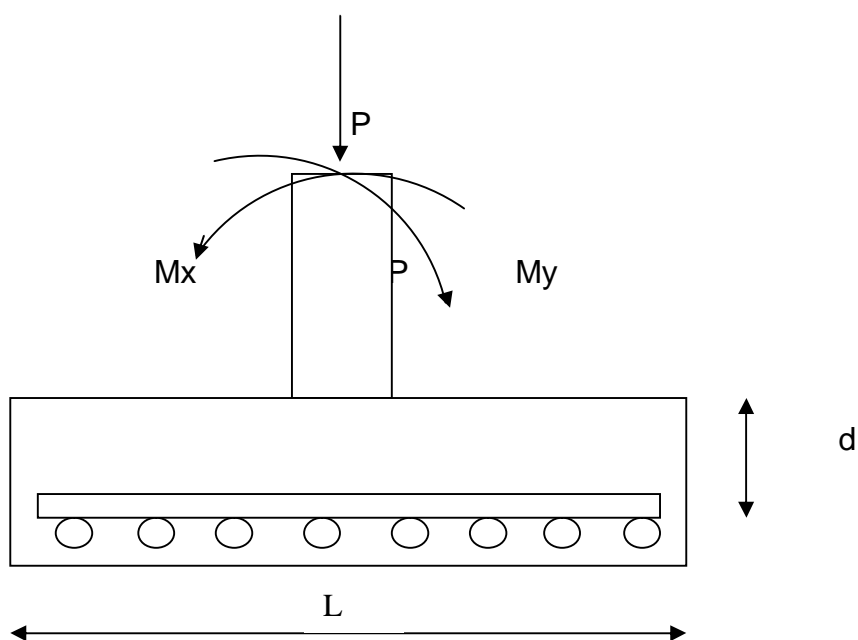
| | | |
|----------------|-------|-----------------|
| b = | 40,00 | cm |
| h = | 40,00 | cm |
| $\rho_g =$ | 1,00% | |
| $A_s = A_s' =$ | 16,00 | cm ² |
| $1\phi =$ | 18 | mm |

SECCION **40x40 cm**
USAR **0 VARILLAS 18**

ARMADURA A CORTE

| | | |
|---------------------------|--------|----|
| $\phi_{\text{estribo}} =$ | 10,00 | mm |
| $l_o =$ | 83,33 | cm |
| $l_1 =$ | 333,33 | cm |
| $S_o =$ | 9,6 | cm |
| $S_1 =$ | 19,2 | cm |

| | | | |
|-------------|---------------------------|-----------|------------------|
| $l_o = S_o$ | 1ϕ | 10 | @ 9,6 cm |
| $l_1 = S_1$ | 1ϕ | 10 | @ 19,2 cm |
| $l_o = S_o$ | 1ϕ | 10 | @ 9,6 cm |

5.1.1.4.5 CALCULO DEL PLINTO

A.- Datos para el Diseño

COLUMNA 40 X 40

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} M_x = 10,86 \text{ ton.m} \\ M_y = 8,55 \text{ ton.m} \\ P_x = 48,5 \text{ ton} \\ P_y = 8,81 \text{ ton} \end{array} \right\} \text{ Obtenidos del SAP 2000}$$

$$E_{adm. \text{ suelo}} = 2 \text{ Kg/cm}^2 = 20 \text{ Ton/m}^2 \text{ (según ensayo de suelo)}$$

A.1) Cargas de servicio

$$P = 48,5 + 8,81 = 57,31 \text{ ton}$$

A.2) Pre diseño del plinto

$$P_u = 1.4 * P = 1.4 * 57,31 = 80,23 \text{ ton}$$

$$P_{serv.} = \frac{P_u}{f_s}$$

$$f_s = \frac{(1.4 CM + 1.7 CV)}{CM + CV}$$

$$f_s = \frac{(1.4 \times 0,821 + 1.7 \times 0,5)}{0,821 + 0,50} = 1.51$$

$$P_{serv.} = \frac{80,23}{1,5} = 53,48 \text{ Ton}$$

A.2.1 Área del Plinto

$$A = \left(\frac{P_{serv}}{E_{adm. \text{ suelo}}} \right) \times f_s = \left(\frac{53,48}{20} \right) \times 1,5 = 4.0 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow H \times B = 4.0 \text{ m}^2$$

$$H \times B = 2 \times 2$$

\Rightarrow Asumo:

$$H = 2.0 \text{ m}$$

$$B = 2.0 \text{ m}$$

B.) Verificación capacidad del suelo

$$\sigma_{1,2} = \left(\frac{P}{B \times H} \right) \pm \frac{(6M)}{B \times H^2} = \left(\frac{53,48}{2 \times 2} \right) \pm \frac{6 \times 10,86}{2 \times 2^2} = 20,5 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\sigma_1 = 20,5 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\sigma_2 = 5,22 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$\sigma_1 > o = / E_{adm.suelo}$$

\Rightarrow Se conserva la sección la sección

Asumo :

$$H = 2 \text{ m}$$

$$B = 2 \text{ m}$$

C.) Verificación a punzonamiento

Se adopta un peralte de 0,30 m

C.1.) Perímetro de punzonamiento

$$b_o = 2(C_1 + C_2 + 2d) = 2(0,40 + 0,40 + 0,6) = 2,80 \text{ m}$$

C.2.) Cortante sobre el plinto

$$V = P_s(1 - (C_1 + d)(C_2 + d) / (B \times H))$$

$$V = \frac{53,48(1 - (0,4 \times 0,3)(0,4 \times 0,3))}{2 \times 2} = 13,1 \text{ ton}$$

$$V_u = 1,5 \times 13,1 = 1,5 \times 13,1 = 19,18 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 0,9 \sqrt{f'c} \times b_o \times d = 0,9 \sqrt{210} \times 280 \times 30 = 109554,8 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 109,5 \text{ ton}$$

$$\phi V_c > V_u \Rightarrow \text{Acepto}$$

D.) Verificación de corte

$$\sigma_v = \sigma_2 + \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)}{H} \times \frac{(H + C1 + 2d)}{2}$$

$$\sigma_v = 5,22 \frac{(20,5 - 5,22)}{2} \times \frac{(2 + 0,4 + 0,6)}{2}$$

$$\sigma_v = 59,8 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

E.) Calculo del cortante

$$V = \sigma_v \times \frac{B(H - C1 - 2d)}{2} =$$

$$V = 59,8 \times \frac{2(2 - 0,4 - 0,6)}{2} = 29,9 \text{ ton}$$

$$Vu = 1,5V = 1,5 \times 29,9 = 44,85 \text{ Ton}$$

$$\phi Vc = 0,45 \sqrt{f'c} \times B \times d = 0,45 \sqrt{210} \times 200 \times 60$$

$$\phi Vc = 78253,4 = 78,2 \text{ ton}$$

$$\phi Vc > Vu \Rightarrow \text{acepto}$$

F.) Chequeo por aplastamiento

$$Pu \leq \phi(0,85 \times f'c \times A_1)$$

$$\phi = 0,70$$

$$80,03 \leq 0,70(0,85 \times 210 \times 4,0)$$

$$80,03 \leq 499$$

Soporta aplastamiento, entonces se mantiene las dimensiones del plinto.

G.) Diseño a flexión

$$Z = \frac{(H - C_1)}{2} = \frac{(2 - 0,4)}{2} = 0,8m$$

$$M = \frac{(\sigma_1 \times Z^2)}{2 \times B} + (\sigma_1 - \sigma_2) \left(\frac{Z^3 \times B}{6H} \right)$$

$$M = 4,6 ton.m$$

$$Mu = 1,5 \times M = 1,5 \times 4,6 = 6,9 ton.m$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{6,9}{0,9} = 7,7 ton.m$$

$$M = \frac{F_y}{(0,85 \times f'_c)} = \frac{4200}{(0,85 \times 210)} = 23,52 Kg/cm^2$$

$$Ru = \frac{Mn}{(b \times d^2)} = \frac{23,52 \times 10^5}{(200 \times 30^2)} = 13,06 kg/cm^2$$

G.1) Verificación de q

$$q = \frac{1}{m} (1 - \sqrt{1 - (2m \times Ru / F_y)})$$

$$q = \frac{1}{27,45} (1 - \sqrt{1 - (27,45 \times 13,06) / 4200})$$

$$q = 0,0016$$

H.) Cálculo de aceros

$$As = q \times b \times d = 0,0016 \times 200 \times 30 = 9,6 cm^2$$

$$As_{min} = \frac{14}{4200} \times 200 \times 30 = 20 cm^2$$

$As < As_{min} \Rightarrow$ se colocará acero de refuerzo

$$N^\circ \text{ de varillas} = \frac{As}{\phi_{varilla}} = \frac{9,6}{1,53} = 6,27 \approx 7 \text{ varillas } \phi 14 \text{ mm}$$

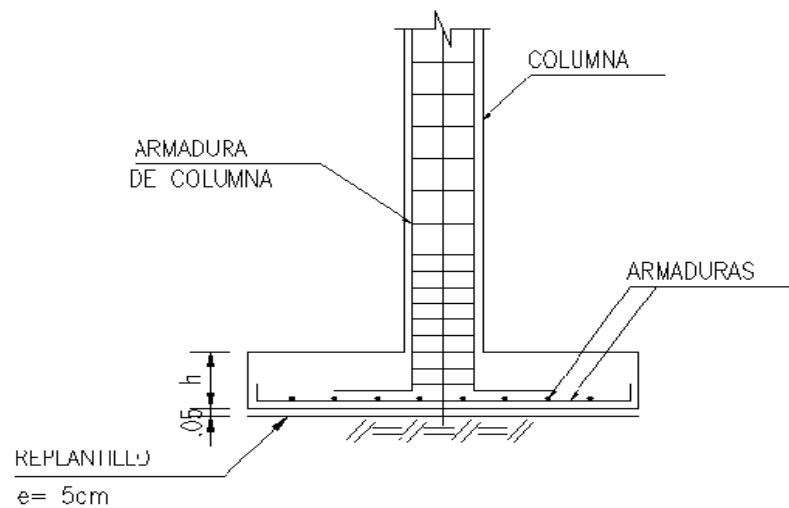
$$N^{\circ} \text{ de varillas} = \frac{As_{min}}{\phi_{varilla}} = \frac{20}{1,53} = 13 \text{ varillas } \phi 14 \text{ mm}$$

I.) SEPARACIÓN DE VARILLAS

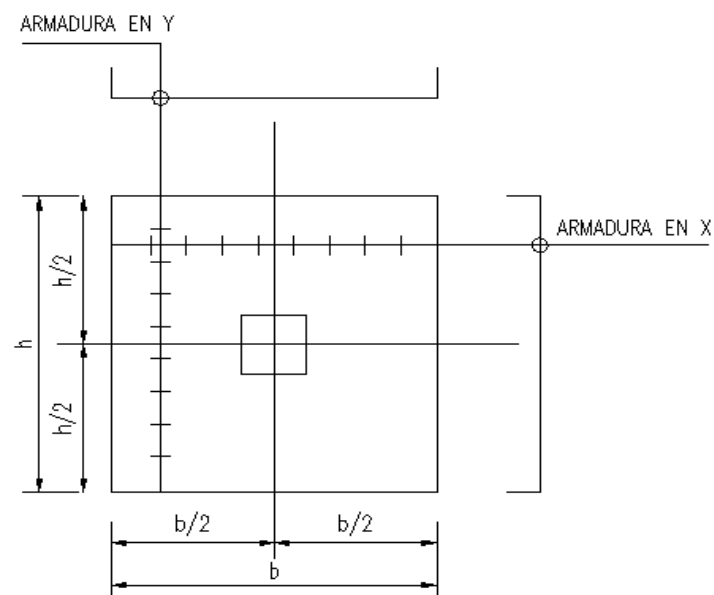
$$S = \frac{(B - 2)}{N^{\circ} \text{ varillas}} = \frac{(200 - 2)}{13} = 15.2 \text{ cm}$$

Entonces:

1 ϕ 14 mm @ 15,2 cm



PLINTO TIPO



5.2 DISEÑO DE LOSAS DE CONTRAPISO

Para los contrapisos interiores del Coliseo, bodegas, baterías sanitarias, accesos se ha previsto que se coloque una capa de sub base granular de 15 cm y sobre ésta un plástico que cumple la función de impermeabilizante. Esta sub base tiene las mismas características de las sub bases que se emplean en pavimentos, pertenece a la clase 2 la que está compuesta de agregados gruesos, obtenidos mediante trituración o selección de gravas o yacimientos cuyas partículas estén fragmentadas naturalmente, mezclados con arena natural o material finamente triturado. Sobre esta capa granular se ha dispuesto la colocación de una malla armex R-126 de 0.4 mm de diámetro y 10 x 10 cm de separación para su posterior vertido de una capa de hormigón simple de 8cm de espesor y $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$.

5.3 CÁLCULO Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

La armadura o pórtico para cubiertas de hangares, piscinas, gimnasios, coliseos deportivos, fábricas y edificios industriales, constituyen una aplicación importante de las estructuras de acero, en la cual no existe algún otro material estructural que compita en especial desde el punto de vista económico. En nuestro medio se utilizan cerchas simplemente apoyadas en muros de mampostería o en pórticos de hormigón perimetrales, pórticos de acero en sección variable contruidos con perfiles armados utilizando placas de acero, y pórticos-celosía diseñados y contruidos utilizando perfiles formados en frío

5.3.1 ANALISIS ESTRUCTURAL

5.3.1.1 DETERMINACIÓN DE CARGAS

Para el análisis y diseño estructural de una cubierta de acero se determina las cargas muertas mediante la selección del material de cubierta, del diseño de los largueros de techo que sirven de apoyo a la techumbre y de los pesos que cuelgan de la cubierta, tal como cielo raso, rótulos, fuentes luminosas y accesorios, que dependen del tipo de construcción. El peso propio de la estructura no se la puede establecer mientras no esté completamente diseñada y por tanto se debe estimar un peso aproximado o partir de un prediseño. Luego de que se haya seleccionado el tipo de perfil para los diferentes elementos de la estructura, entonces se verificará el análisis estructural con la inclusión de los pesos propios reales de la estructura.

Teniendo en cuenta los requerimientos del plantel educativo, las condiciones climáticas del sector y de acuerdo al diseño arquitectónico se define que la estructura será de Acero Estructural. En la figura 5.7 se encuentra el modelo arquitectónico de la estructura.

Así mismo se considera que se colocara una cubierta de STEEL PANEL AR-2000 de calibre o espesor 0.5 mm.

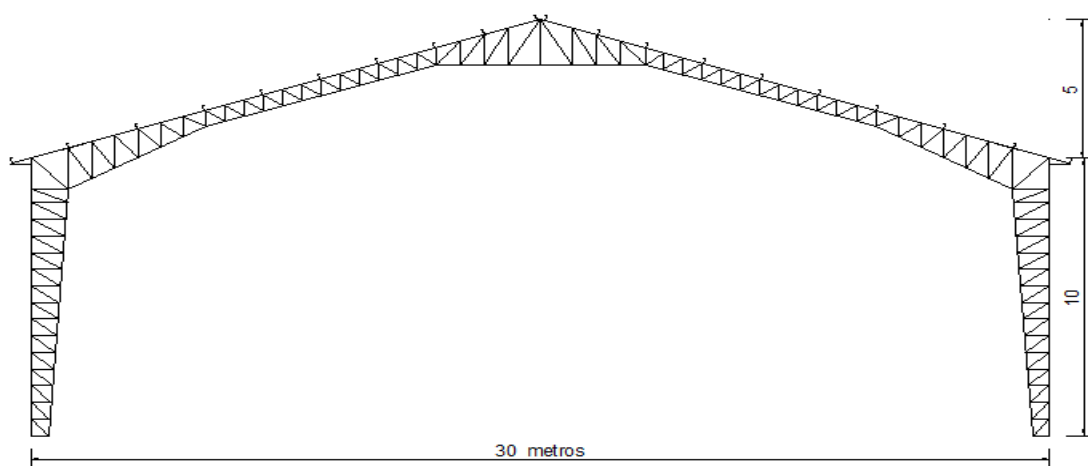


GRÁFICO 5.7 Estructura tipo, pórtico del coliseo

5.3.1.1.1 CARGAS DE SERVICIO

CARGAS

Resulta una tarea muy importante y difícil que debe enfrentar un diseñador de estructuras, lo cual es la estimación precisa de las cargas que recibirá una estructura durante su vida útil. No debe omitirse la consideración de cualquier carga que pueda llegar a presentarse. Después de que se han estimado las cargas es necesario investigar las combinaciones más desfavorables que pueden ocurrir en un momento dado. Por ejemplo, excesiva caída de granizo, vientos fuertes, etc.

CARGA MUERTA:

Las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen fijas en un mismo lugar. Éstas corresponden al peso propio de la estructura y al igual que otras cargas que permanecen unidas a ella. Para un edificio con estructura de acero, algunas de las cargas muertas se deben a: la estructura en sí, los muros, los pisos, el techo, la plomería, etc.

Para diseñar una estructura es necesario estimar los pesos o cargas muertas de sus componentes. Las dimensiones y pesos exactos de las partes no se conocen hasta que se hace el análisis estructural y se seleccionan los miembros de la estructura. Los pesos, determinados de acuerdo con el diseño, deben compararse con los pesos estimados. Si se tienen grandes discrepancias, será necesario repetir el análisis y efectuar el diseño con una estimación más precisa de las cargas.

Para la determinación de la carga muerta se tomo en cuenta un STEEL PANEL AR2000 con un calibre o espesor de 0.5 mm, el cual admite una separación entre correas de máximo 2400 mm, el cálculo se lo realiza por metro cuadrado, y

se determina las cargas distribuidas en Kg/m en las correas multiplicando por su ancho cooperante.

CARGA VIVA:

Las cargas vivas son aquellas que pueden cambiar de lugar y magnitud. Dicho simplemente, todas las cargas que no son muertas, son vivas. Las cargas que se mueven bajo su propio impulso como camiones, gente, grúas, etcétera, se denominan cargas móviles y aquellas que pueden ser desplazadas, como muebles, materiales en un almacén, nieve, etcétera, se denominan cargas movibles. Otras cargas vivas son aquellas causadas al construir, viento, lluvia, sismo, voladuras, suelos y cambios de temperatura.

Para la carga viva se establece una carga de granizo y mantenimiento para una sola persona de 65 Kg/m^2 . Al igual que en la carga muerta se debe colocar cargas distribuidas las cuales se las calculan multiplicando este valor por su ancho cooperante.

La geometría de la cubierta del coliseo está dada de tal forma que su separación máxima entre correas es de 2,16 m, y es la siguiente:

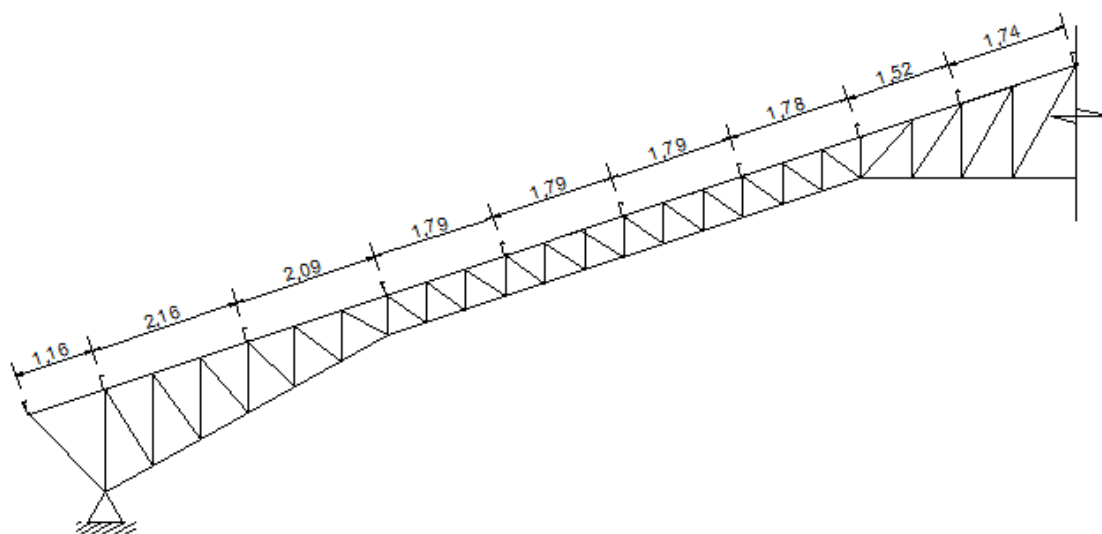


GRÁFICO 5.8 Distribución de correas (un lado de la cubierta)

El cálculo de la carga muerta en Kg/m^2 se la realiza de la siguiente manera:

| MATERIAL | PESO(Kg/m^2) |
|---------------------------|-------------------------|
| STEEL PANEL AR- 2000 | 4,89 |
| Instalaciones | 6,0 |
| CARGA MUERTA TOTAL | 10,89 |

Para la CARGA VIVA se tiene:

Granizo y mantenimiento.....65.0 Kg/m^2

CARGAS HORIZONTALES

Se consideran dos tipos de cargas horizontales:

- a) Por acción sísmica
- b) Por acción del viento

Cargas horizontales por acción sísmica (E)

Como en los códigos empleados para el diseño de estructuras de hormigón armado, la fuerza sísmica en una estructura metálica también depende del corte basal V , el mismo que para este tipo de estructuras tendrá un valor equivalente al 10 % del valor 1.4 CM, donde CM es carga muerta.

Cargas horizontales por acción del viento (W)

La presión del viento W , en kg/m^2 puede ser asumido en función de la masa de viento y su velocidad V , en km/h , mediante la siguiente expresión:

$$\diamond W = 0.00483 V^2$$

Para determinar la presión o succión del viento en kg/m^2 perpendicular a paredes verticales o superficies inclinadas a barlovento (por donde procede el viento), se utiliza la ecuación:

$$p = C_d W$$

Los valores del coeficiente C_d se los obtiene a su vez con las ecuaciones:

- $C_d = 0.07\Phi - 2.1$ para $20 < \Phi < 30$ (Φ = ángulo de inclinación de la cubierta)
- $C_d = 0.03\Phi - 0.90$ para $30 \leq \Phi < 60$
- $C_d = 0.9$ para $\Phi > 60$
- Se considera una succión de $p = -0.7 W$, a sotavento (lado opuesto a donde procede el viento).

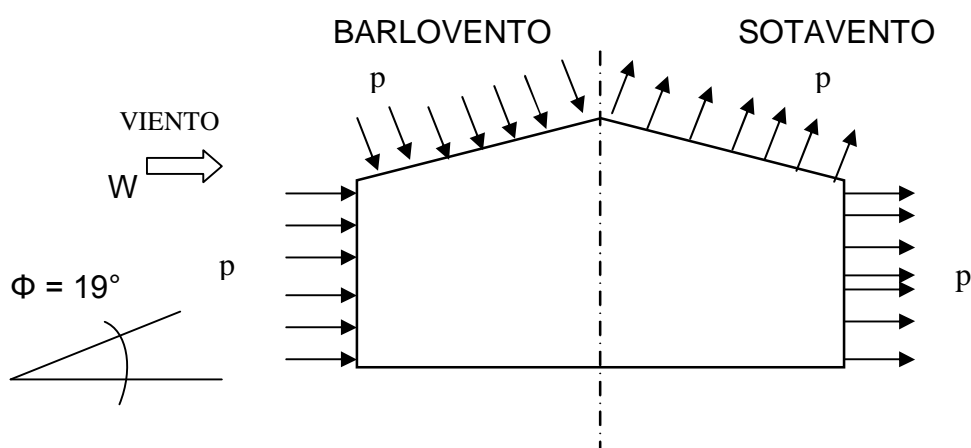


GRÁFICO 5.9 Carga de Viento

Cuando el viento ejerce su acción sobre una estructura este puede hacerlo a compresión o a succión, dependiendo del ángulo de inclinación de la cubierta de la estructura. Por esta razón es necesario calcular la acción del viento tanto a

barlovento, como a sotavento, ya que la pendiente de la cubierta cambia al llegar al cumbrero (se convierte en una pendiente negativa).

Para obtener cada una de las fuerzas que actúan en los nudos de la estructura, se debe multiplicar las cargas (muerta, viva, por sismo y por viento) por el área que afecta al nudo. Esta área se obtiene de los anchos cooperantes definidos por la separación entre pórticos y la separación entre correas de la cubierta.

Para el cálculo de la carga muerta se multiplicará por el ancho cooperante de que actúa sobre la correa y se determinará la carga en T/m.

5.3.1.2 PREDISEÑO DE ELEMENTOS DEL PORTICO

Utilizando las fórmulas del Ingeniero de Estructuras Valerian Leontovich, contenidas en el libro “Pórticos y Arcos” de soluciones condensadas para el análisis estructural, determinamos los momentos para pie y cabeza de columna al igual los momentos para la viga.

Para la selección de la forma va a prevalecer la economía, practicidad en la fabricación y el montaje, por este motivo, se seleccionará el diseño de pórtico con celosías.

Para el Prediseño utilizaremos los siguientes datos:

$$CM_{total} = 37,35 \text{ Kg/m}^2$$

CV = Carga de mantenimiento y carga viva en techos

$$CV = 65 + 50 = 115 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Carga lateral de Sismo: } W = CM \times A \times B = 37,35 \times 32 \times 62 = 74102.4 \text{ Kg}$$

$$V = 0,144 \times 74102 = 10670.6 \text{ Kg}$$

$$E = 10\% \times (1,4 \text{ CM}) = 0,1 \times 1,4 \times 18,20 = 5,23 \text{ Kg/m}^2$$

$$q = 0,00483 \times V^2 \quad q = \text{presión de viento en Kg/m}^2 \quad V = 100 \text{ Km/h}$$

$$V = 27,78 \text{ m/seg}$$

$$q = 0,00483 \times (27,78)^2 = W = 3,73 \text{ Kg/m}^2$$

Lt = carga viva en techos

$$Lt = 50 \text{ Kg/m}^2 \quad (\text{Según CEC})$$

2.- CARGA VIVA

Carga viva de montaje, mantenimiento y granizo CV = 65 Kg/m²

3.- CARGA DISTRIBUIDA PARA CELOSIA

| | | | | |
|--|--------|--------|-------|-------|
| CM = 37,34 Kg/m ² x 6m (ancho cooperante) = | 224,05 | Kg/m = | 0,22 | Ton/m |
| CV = 65,00 Kg/m ² x 6m (ancho cooperante) = | 390 | Kg/m = | 0,39 | Ton/m |
| E = 5,23 Kg/m ² x 6m (ancho cooperante) = | 31,37 | Kg/m = | 0,031 | Ton/m |
| W = 3,73 Kg/m ² x 6m (ancho cooperante) = | 22,38 | Kg/m = | 0,022 | Ton/m |
| Lt = 50 Kg/m ² x 6m (ancho cooperante) = | 300 | Kg/m = | 0,30 | Ton/m |

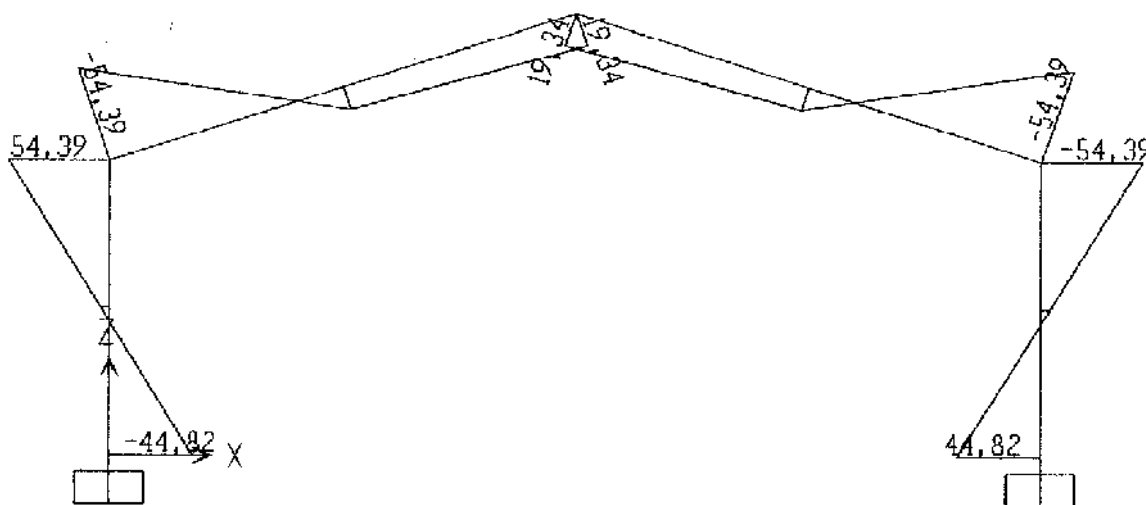
4.- CARGA TOTAL

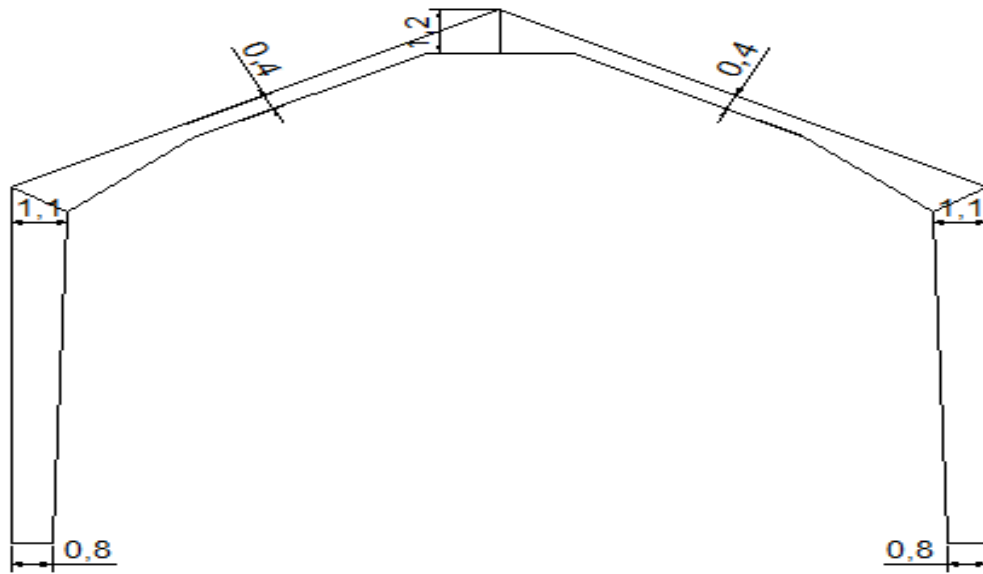
FACTORES DE CARGA

| | | | | | |
|--|---|-------|---------|---------|----------|
| U = 1.4 CM | = | 0,314 | ton/m = | 313,67 | Kg/m # 1 |
| U = 1.2 CM + 1.6 CV + 0.5(Lt o So R) | = | 1,043 | ton/m = | 1042,86 | Kg/m # 2 |
| U = 1.2 CM + 1.6(Lt o So R) + (0.5CV o 0.8W) | = | 0,944 | ton/m = | 943,86 | Kg/m # 3 |
| U = 1.2 CM + 1.3W + 0.5CV + 0.5 (Lt o So R) | = | 0,643 | ton/m = | 642,95 | Kg/m # 4 |
| U = 1.2 CM + 1.5E + (0.5CV o 0.2S) | = | 0,511 | ton/m = | 510,91 | Kg/m # 5 |
| U = 0.9 CM +/- (1.3W o 1.5E) | = | 0,231 | ton/m = | 230,74 | Kg/m # 6 |

La carga más crítica es de la combinación # 2 $U = 1043 \text{ kg} = 1,043 \text{ ton}$ por metro

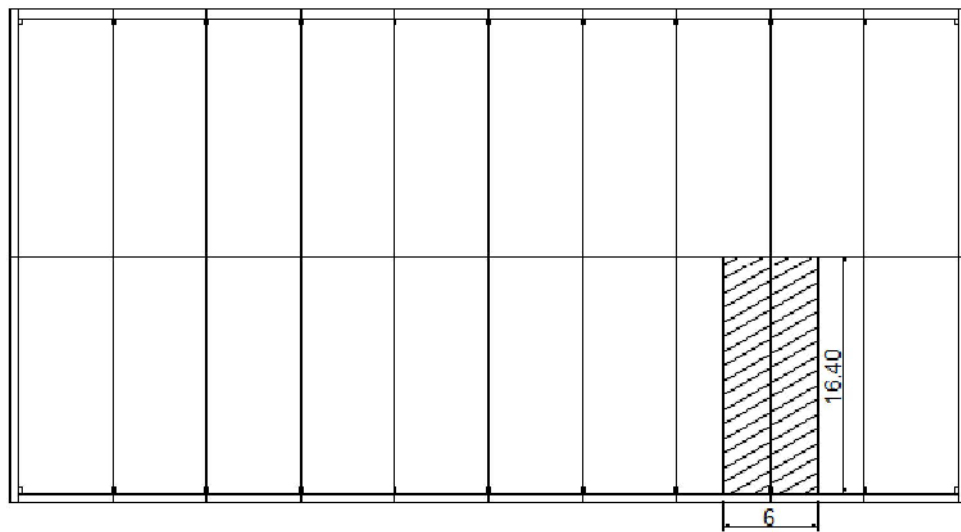
DATOS OBTENIDOS MEDIANTE EL SAP 2000 PARA PERFIL W



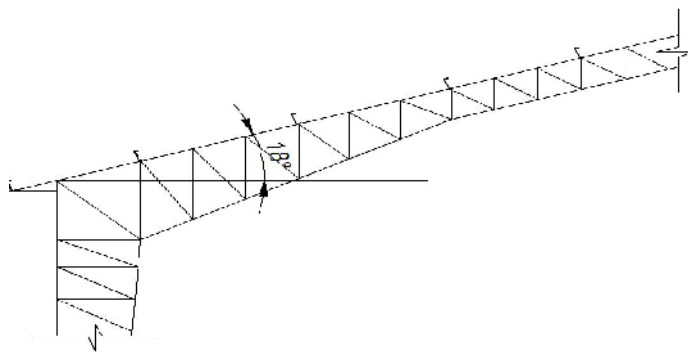


DISEÑO INICIAL

CALCULO APROXIMADO DE COLUMNA EN CELOSIA



Planta de cubierta

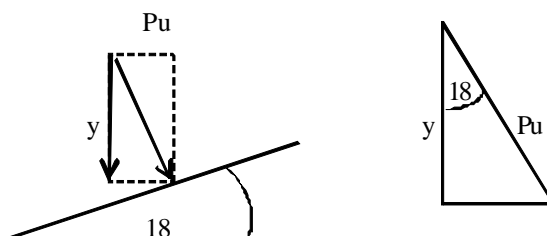


Inclinación de cubierta

$$U = 1.2 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV} + 0.5(\text{Lt o S o R}) = 113,4 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Area cooperante para columna} = 6 \times 16,4 = 98,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga aplicada en columna} = 113,4 \times 98,4 = 11162,40 \text{ Kg} = 11,16 \text{ ton}$$



$$\cos 18^\circ = \frac{y}{Pu}$$

$$y = \cos 18^\circ \times Pu = \cos 18^\circ \times 11,16 = 10,10 \text{ ton}$$

CALCULO DE COLUMNA



$$P = 11200 \text{ Kg}$$

Acero A36

$$F_y = 2532 \text{ Kg/cm}^2$$

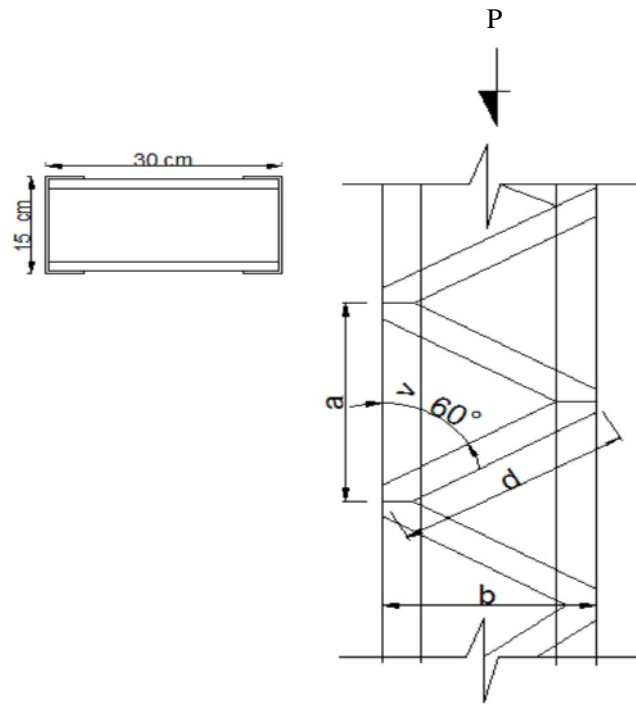
$$K = 0,8$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$L = 1000 \text{ cm}$$

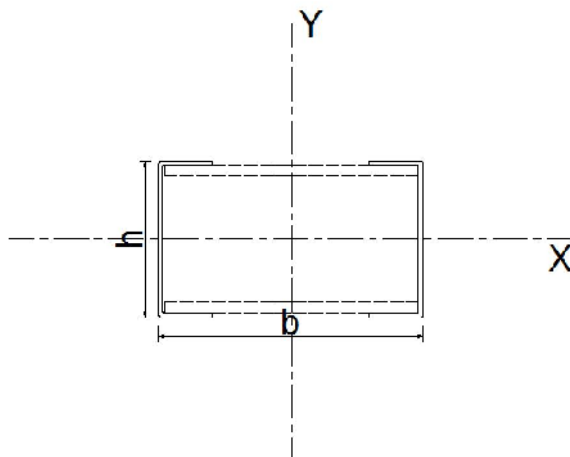
1.- ADOPCIÓN DE SECCIÓN INICIAL

Se asume canal U 150 x 50 x 4 mm



Asumo :

$$b = 40 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$



$$r_x = 0,36 \times h$$

$$r_y = 0,45 \times b$$

$$r_x = 5,4 \text{ cm}$$

$$r_y = 18 \text{ cm}$$

$$e_y = \frac{K \times L}{r} = 44,44$$

$$e_x = \frac{K \times L}{r} = 148,15 > C_c ; \text{se encuentra rango elástico}$$

Asumo :

$$\begin{aligned} b &= 40 \text{ cm} & h &= 20 \text{ cm} \\ r_x &= 7,2 \text{ cm} \\ r_y &= 18 \text{ cm} & C_c \text{ para A36} &= 126,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_y &= \frac{K \times L}{r} = 44,44 & C_c &= \text{Esbeltez límite} \\ & & 0 \leq e &\leq C_c \rightarrow \text{Zona Plástica} \\ e_x &= \frac{K \times L}{r} = 111,11 & C_c &\leq e \leq 200 \rightarrow \text{Zona Elástica} \\ & & &\text{Se escoge la } e \text{ más alta} \end{aligned}$$

$e < C_c$; $e < 126,11$ se encuentra dentro del rango plástico

$$R = \frac{e}{C_c} = 0,88$$

$$F_a = \frac{\left(1 - \frac{R^2}{2}\right) \times F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}R - \frac{1}{8}(R^3)} = 811,73 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = \frac{P}{A} \Rightarrow A_{aprox} = \frac{P}{\sigma_{adm}} = \frac{11200}{811} = 13,81 \text{ cm}^2$$

Se asume dos canales U 200 x 50 x 3mm

$$\begin{aligned} A &= 8,704 \text{ cm}^2 & \text{Area Total} &= 17,408 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 462,172 \text{ cm}^4 & I_y &= 17,081 \\ r_x &= 7,287 \text{ cm} & r_y &= 1,401 \end{aligned}$$

$$I_{x_{total}} = 2(I_{x_{cg}} + A \times h^2)$$

$$I_{x_{total}} = 2(462,172 + 8,704 \times 20^2)$$

$$I_{x_{total}} = 7887,5 \text{ cm}^4$$

$$I_{y_{total}} = 2(I_{y_{cg}} + A \times b^2)$$

$$I_{y_{total}} = 2(17,081 + 8,704 \times 40^2)$$

$$I_{y_{total}} = 27852,8 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_{total}}} = \sqrt{\frac{27852,8}{17,408}} = 40 \text{ cm} \quad e_y = \frac{K \times L}{r} = 20$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_{total}}} = \sqrt{\frac{7887,5}{17,408}} = 21,28 \text{ cm} \quad e_x = \frac{K \times L}{r} = 37,6$$

$e < C_c$; $e < 126,11$ se encuentra dentro del rango plástico

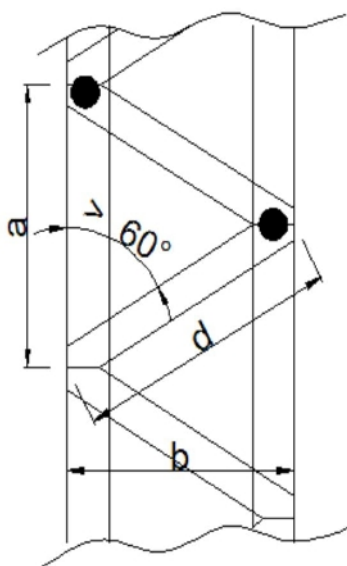
$$R = \frac{e}{C_c} = 37,6/126,11 = 0,3$$

$$F_a = \frac{\left(1 - \frac{R^2}{2}\right) \times F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}R - \frac{1}{8}(R^3)} = 1361,7 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{axial} = F_a \times \text{Area total} = 23704,47 \text{ Kg} . \quad 23,7 \text{ ton} > 11,2 \text{ ton}$$

$P_{axial} > P$; entonces resiste.

DISEÑO DE DIAGONALES



Se considera en los extremos articulaciones $K = 1.0$

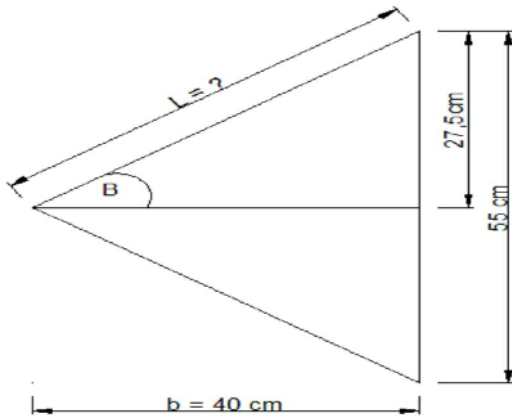
Por norma : $\alpha \geq 60^\circ$ (LRFD)

$$\frac{K_i \times a}{Z} = \frac{K_i \times L}{Z} = \frac{0,80 \times 1000}{21,28} = 37,6 \quad \text{Rango plástico}$$

$K_i = K_{\text{interior de la diagonal}} = 0,80$

$r_z = \text{Radio de giro más bajo} = 21,28$

$$\# \text{ de Diagonales } = 1000 \text{ cm} / 18 = 55 \text{ cm}$$

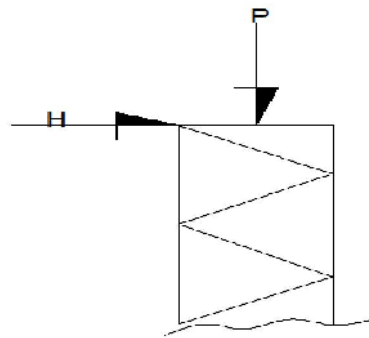


$$\tan B = \frac{27,5}{40} = 0,6875$$

$$B = 34,5$$

$$\text{sen } B = \frac{27,5}{L}$$

$$L = \frac{27,5}{\text{sen } B} = 48,55 \text{ cm}$$

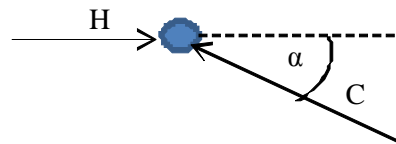
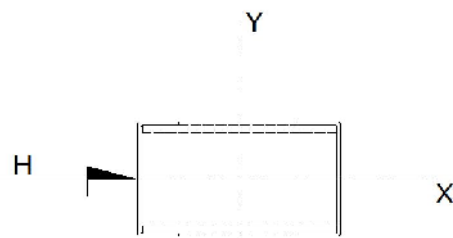


$$H = 6\% \times P$$

$$H = (6/100) \times 11,2 \text{ ton}$$

$$H = 0,67 \text{ ton}$$

$$H = 670 \text{ Kg}$$

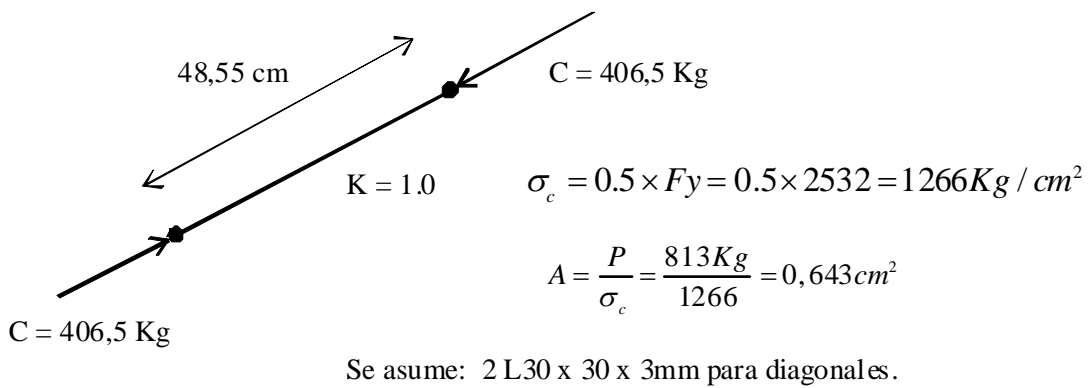


$$\sum F = 0$$

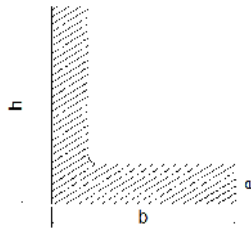
$$C \times \cos \alpha = H$$

$$C = \frac{H}{\cos \alpha} = \frac{670 \text{ Kg}}{\cos 34,5} = 813 \text{ Kg}$$

$$P_{red} = \frac{C}{2} = \frac{813}{2} = 406,5 \text{ Kg} \quad \text{donde: 2 son diagonales}$$



Las propiedades mecánicas del material que se empleará en las diagonales son las siguientes:



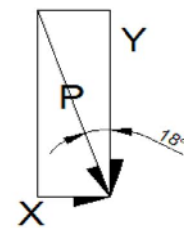
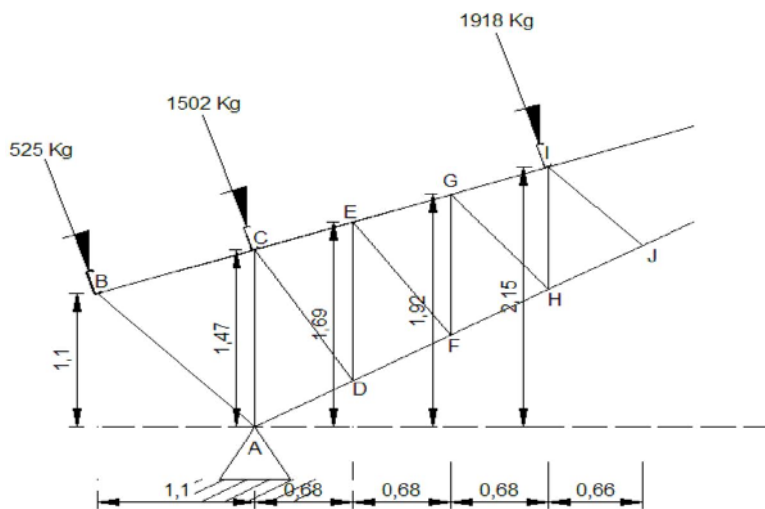
$h = 30 \text{ mm}$, $b = 30 \text{ mm}$, $e = 3 \text{ mm}$, $A = 1,652 \text{ cm}^2$, $I_x = I_y = 1,411$, $r_x = r_y = 0.924$

W = Carga distribuida

P = Carga puntual = Carga distribuida por ancho colaborante entre correas

$P = W \times \text{ancho colaborante}$

CALCULO DE FUERZAS POR EL METODO DE LOS NUDOS

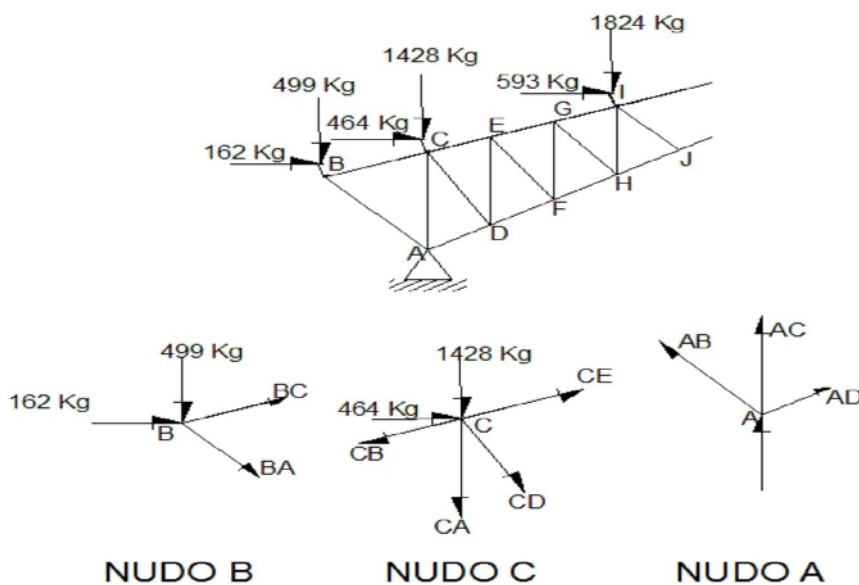


$$Y = \cos 18^\circ \times P$$

$$X = \text{sen} 18^\circ \times P$$

DESCOMPOSICIÓN DE CARGA PUNTUAL

A continuación se realiza el cálculo tipo de las fuerzas que actúan dentro del pórtico de celosía tipo.



RESOLVIENDO :

NUDO B

$$\Sigma x = 0$$

$$162 + \cos 18^\circ BC + \cos 45^\circ BA = 0$$

$$162 + 0,95 BC + 0,707 BA = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma y = 0$$

$$(-)499 - \sin 45^\circ BA + \sin 18^\circ BC = 0$$

$$(-)499 - 0,707 BA + 0,31 BC = 0 \quad (2)$$

Resolviendo 1 y 2 se tiene:

$$BC = 276 \text{ kg}$$

$$BA = -600 \text{ kg}$$

NUDO A

$$\Sigma x = 0$$

$$(-)\cos 45^\circ AB + \cos 29^\circ AD = 0$$

$$(-)0,707 \times (-600) + 0,875 AD = 0$$

$$424 + 0,875 AD = 0 \quad (1)$$

Resolviendo 1 y 2 se tiene:

$$AD = -485 \text{ kg}$$

$$AC = 210 \text{ kg}$$

$$RA = 450 \text{ kg}$$

$$\Sigma y = 0$$

$$\sin 45^\circ AB + \sin 29^\circ AD + RA + AC = 0$$

$$(-)424 - 235 + RA + AC = 0$$

$$RA + AC = 659 \text{ kg} \quad (2)$$

NUDO C

$$\Sigma x = 0$$

$$464 + \cos 18^\circ CE - \cos 18^\circ CB + \cos 58^\circ CD = 0$$

$$464 + 0.91 CE - 262 + 0.53 CD = 0$$

$$202 + 0.91 CE + 0.53 CD = 0$$

(1)

Resolviendo 1 y 2 se tiene:

$$CE = 555 \text{ kg}$$

$$CD = -1333 \text{ kg}$$

$$\Sigma y = 0$$

$$(-) 1428 - CA - \sin 18^\circ CB - \sin 58^\circ CD + \sin 18^\circ CE = 0$$

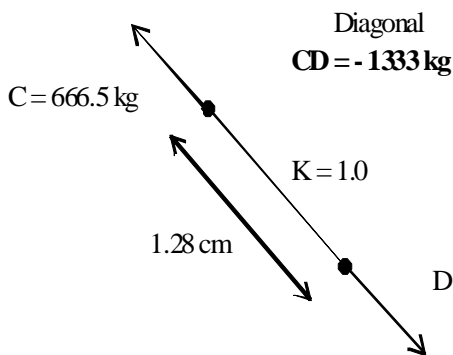
$$(-) 1428 - CA - 0.31 \times 276 - 0.848 CD + 0.31 CE = 0$$

$$(-) 1428 - CA - 85.56 - 0.848 CD + 0.31 CE = 0$$

$$(-) 1513 - 210 - 0.848 CD + 0.31 CE = 0$$

$$(-1303) + 0.31 CE - 0.848 CD = 0$$

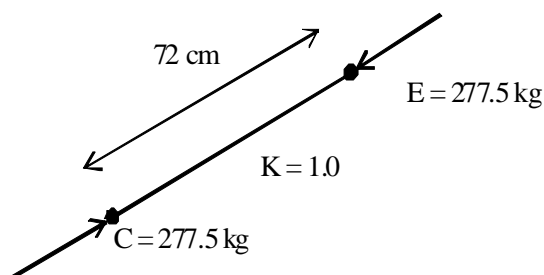
(2)



$$\sigma_c = 0.5 \times Fy = 0.5 \times 2532 = 1266 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{P}{\sigma_c} = \frac{1333 \text{ Kg}}{1266} = 1.10 \text{ cm}^2$$

Se asume ángulo L 30 x 3 mm, para diagonales

CE = 555 kg Cordon Superior

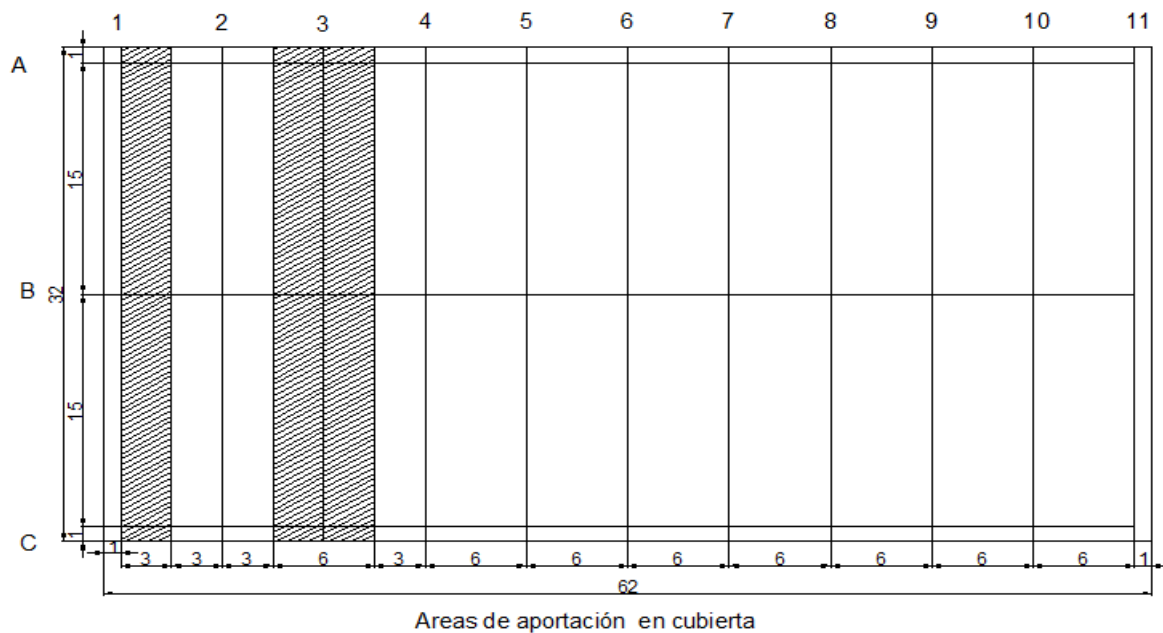
$$\sigma_c = 0.5 \times Fy = 0.5 \times 2532 = 1266 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{P}{\sigma_c} = \frac{555 \text{ Kg}}{1266} = 0.44 \text{ cm}^2$$

El área para el segmento CE es menor que el área escogida del canal U150x50x4mm por lo tanto se mantiene el perfil escogido.

5.3.1.2 USO DEL SAP 2000 PARA LA ESTRUCTURA METÁLICA

Realizamos un prediseño primeramente para tener una idea de las medidas del pórtico.



CARGA VERTICAL SOBRE VIGAS

Eje 1: $Ac = 3.0 \text{ m}$ $W = 0.14 \times 3.0 = 0,42$

Eje 2: $Ac = 6.0 \text{ m}$ $W = 0,14 \times 6.0 = 0,84$

PREDISEÑO VIGA 2

Se Usará un acero A36 cuyo esfuerzo: $F_y = 2532 \text{ Kg/cm}^2$

$L = 15 \text{ m}$

Peralte mínimo según ancho de deflexión:

$$d \geq \left(\frac{1}{0,75} \right) \times \frac{F_y}{54600} \times L$$

$$d \geq \left(\frac{1}{0,75} \right) \times \frac{2532}{54600} \times 15 = 92,7 \text{ cm}$$

Calculo de momentos:

$$M = \frac{W \times L^2}{11} = \frac{0,84 \times 15^2}{11} = 17,18 \text{ Ton.m}$$

$$S_x = \frac{M_x}{fb} = \frac{17,18 \times 10^5}{(0,6 \times 2532)} = 1130,85 \text{ cm}^3$$

$$A_e = \frac{2 \times S_x}{h} = \frac{2 \times 1130,85}{60} = 37,7 \text{ cm}^2$$

h = 60 cm asumido

ASUMO : h = 100 cm

$$A_e = \frac{2 \times S_x}{h} = \frac{2 \times 1130,85}{100} = 22,6 \text{ cm}^2$$

Se asume sección 2C 200 x 50 x 4 → h = 1000 mm para rodilla de columna

$$S_x = 59,2 \text{ cm}^3$$

$$r = 0,45 b = 0,45 \times 100 \text{ cm} = 45 \text{ cm}$$

$$I = A \times r^2$$

$$W = \frac{A \times r^2}{b/2} = \frac{2A(0,45 \times b)^2}{b}$$

$$W = 2A \times 0,2025 \times b$$

Columna : 2-A

$$B_2 : P \approx W \times A = 0,14(6 \times 15) = 12,6 \text{ Ton}$$

$$B_1 : P \approx W \times A = 0,14(8,5 \times 6) = 7,14 \text{ Ton}$$

$$M_x = \frac{P_v \times L_v^2}{16} = \frac{0,84 \times 15^2}{16} = 11,81$$

$$M_y = \frac{P_v \times L_v^2}{12} \text{ es menor que } M_x$$

Se usará b = 40 cm

$$r_x = 0,45 \times b = 0,45 \times 40 = 18 \text{ cm}$$

$$r_y = 0,35 \times h = 0,35 \times 20 = 7,2 \text{ cm}$$

$$\left(\frac{K \times L}{r}\right)_x = \frac{1 \times 1500}{18} = 83,33 \text{ cm}$$

$$\left(\frac{K \times L}{r}\right)_y = \frac{1 \times 500}{7,2} = 69,4 \text{ cm}$$

$$\left(\frac{K \times L}{r}\right) = S_2 \rightarrow Fa = 2532 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ao = \frac{P}{Fa} \rightarrow P = P + 2 \frac{Mx}{h} = 7,2 + \frac{2 \times 11,8}{0,4} = 66,2 \text{ ton}$$

$$Ao = \frac{P}{Fa} = \frac{66200}{2532} = 26,14 \text{ cm}^2$$

Sección Asumida: 2C 200x50x4

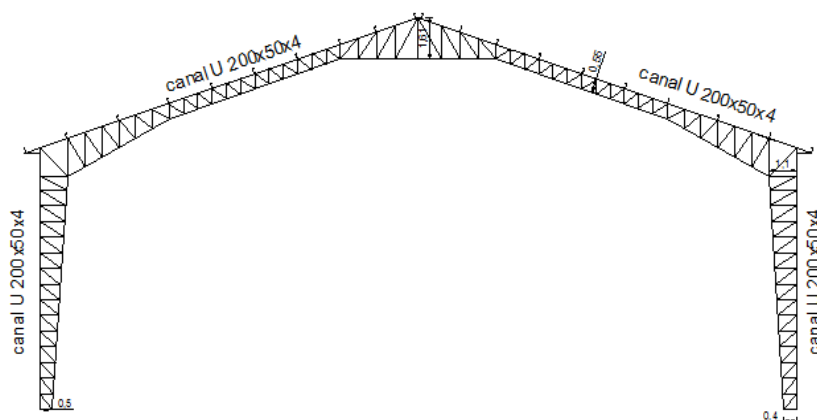
$$A = 11,41 \times 2 = 22,82 \text{ cm}^2$$

$S = \frac{Mx}{fb}$ $S = \frac{b \times h^2}{6}$, Si se adopta un canal U 200 x 50 x 3 mm $\Rightarrow b = 20 \text{ cm}$, para pie de columna

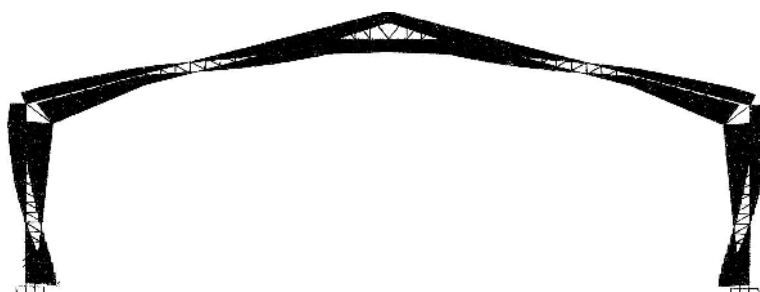
Al utilizar el programa de análisis estructural SAP 2000, nos permitió realizar el estudio de varios modelos que se establecieron. Cada uno de los modelos adoptados fue creado en la búsqueda de aquel que pueda con mayor cercanía a la realidad, representar a la estructura que es motivo del análisis.

5.3.2 ANALISIS DE RESULTADOS

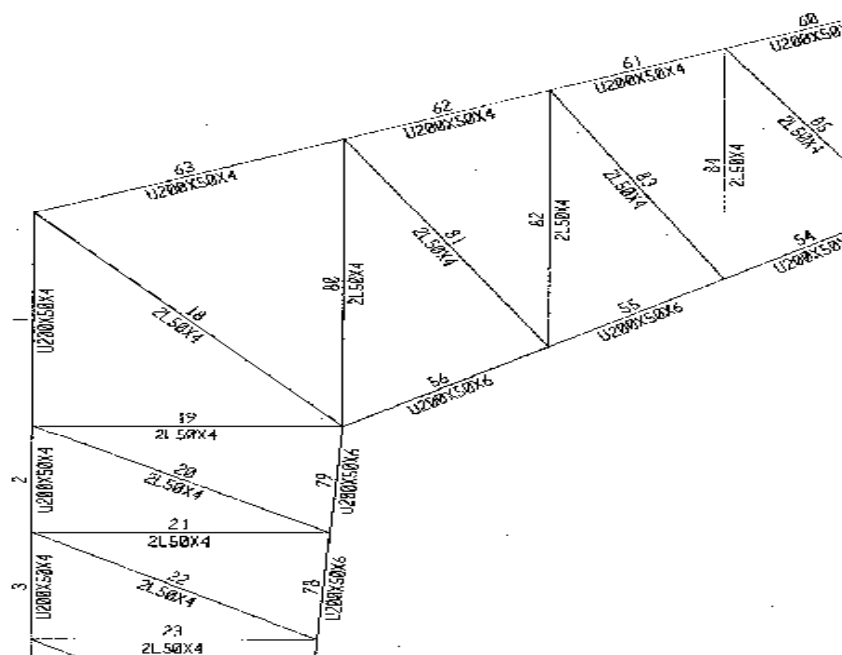
Por medio del programa ya descrito, luego de varias opciones de encontrar la estructura que satisfaga los parámetros del coliseo, se obtuvo una celosía con canal U 200x50x4 y diagonales de ángulo de lados iguales 40 x 40 x 4 mm, que serán comprobadas estructuralmente.



5.4 DISEÑO DEL PORTICO



El diagrama de Momentos representado en el gráfico, nos permite analizar la estructura obtenida por medio del SAP 2000, en el cual se observa que los más críticos son en la rodilla o cabeza de columna.



ANALISIS DE ELEMENTO CRITICOS

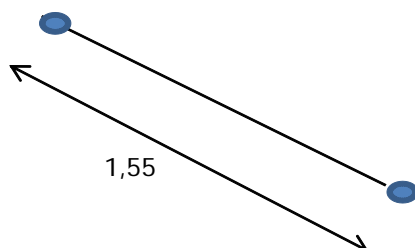
Elemento # 18

$$L = 155 \text{ cm}$$

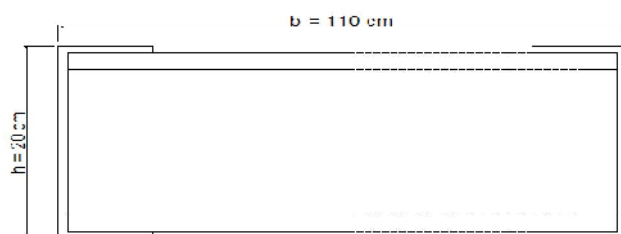
Acero A36 = 2531,64 kg/cm², Cc = 126,11

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$b = 110 \text{ cm}$$



Medidas de la columna en la rodilla del pórtico:



Asumo articulado en ambos extremos, entonces K = 1

$$e_x = \frac{K \times L}{r_x} = 21,53 \quad e < Cc, \text{ entonces esta dentro de Rango plástico}$$

$$21,53 < 126,1$$

$$r_x = 0,36 \times h = 7,2$$

$$e_y = \frac{K \times L}{r_y} = 3,13 \quad e < Cc, \text{ entonces esta dentro de Rango plástico}$$

$$3,13 < 126,1$$

$$r_y = 0,45 \times b = 49,5$$

$$R = \frac{e_x}{Cc} = 0,17$$

$$Fa = \frac{\left(1 - \frac{R^2}{2}\right) \times fy}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}R - \frac{1}{8}R^3} = 1442,6 \text{ Kg/cm}^2$$

A total de 2 ángulos = 3,3 cm²

$$\text{Paxial calc} = Fa \times A \text{ total} = 4760,58 \text{ Kg} = 4,76 \text{ Ton}$$

$$\text{Paxial sap} = 18 \text{ Ton}$$

Paxial calc < Paxial sap Entonces se aumenta la sección de los ángulos.

$$Fa = \frac{\left(1 - \frac{R^2}{2}\right) \times fy}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8}R - \frac{1}{8}R^3} = 1442,6 \text{ Kg/cm}^2$$

A total de 2 ángulos = 3,3 cm²

Paxial calc= Fa x A total= 4760,58 Kg = 4,76 Ton

Paxial sap = 18 Ton

Paxial calc < Paxial sap Entonces se aumenta la sección de los ángulos.

se aumenta a ángulo de 40 x40 x4, cumple.

5.5 CIMENTACIÓN PARA EL PÓRTICO

DISEÑO PLINTO TIPO

A.- Datos

| | | |
|--------------------|---------|--------------------|
| P = | 1,04 | Ton/m ² |
| Columna = | 0,60 | m |
| σ _{adm} = | 19,00 | Ton/m ² |
| Ap = | 90,00 | m ² |
| Np = | 1,00 | u |
| f'c = | 210,00 | kg/cm ² |
| Fy = | 4200,00 | kg/cm ² |

B.- Prediseño del Plinto

$$BH = \sqrt{A N P / \sigma_{adm}}$$

$$BH = 2,22 \text{ m}$$

PLINTO I 2,22 x 2,22

C.- Verificación Capacidad del Suelo

$$\sigma_{1,2} = \frac{P}{BH} + \frac{6M}{BH^2}$$

$$\sigma_{1,2} = 18,99 \text{ Ton/m}^2$$

σ₁ < σ_{adm} **Acepto**
 σ₂ > 0 **Acepto**

C.- Cheque por Punzonamiento

C.1.- Seleccionar d peralte efectivo

$$d = 27,00 \text{ cm seleccionar d}$$

C.2.- Calculo del Perimetro de Punzonamiento

$$b_o = 2(C_1 + C_2 + 2d)$$

$$b_o = 348,00 \text{ cm}$$

C.2.1.- Calculo del Cortante Actante

$$V = P (1 - (C_1 + d) (C_2 + d) / BH)$$

$$V = 79,22 \text{ Ton}$$

$$Vu = 118837,47 \text{ kg}$$

C.2.2.- Calculo de φ Vc

$$\phi V_c = 0,90 \sqrt{f'c} b_o d$$

$$\phi V_c = 122544,88 \text{ kg}$$

φ V_c > V_u **Acepto - pasa Puzonamiento**

C.3.- Calculo de Corte como Viga

$$\sigma_v = \sigma_2 = \sigma_1$$

$$\sigma_v = 19,00 \quad \text{Ton/m}^2$$

$$V = \sigma_v B (H - C_1 - 2d) \quad \text{Ton}$$

$$V = 45,55 \quad \text{Ton}$$

$$V_u = 68331,60 \quad \text{kg}$$

$$\phi V_c = 0,85 \cdot 0,53 \sqrt{f'c} B d$$

$$\phi V_c = 39131,02 \quad \text{kg}$$

$$\phi V_c > V_u \quad \text{FALSO}$$

C.4.- Chequeo Aplastamiento

$$P_u < \phi (0,85 f'c C_1^2)$$

$$= 449,82 \quad \text{kg}$$

$$P_u < \phi (0,85 f'c C_1^2)$$

Acepto - soporta Aplastamiento

C.5.- Revisión por Flexión

$$Z = (B - C)/2 \quad \text{cm}$$

$$Z = 0,81 \quad \text{cm}$$

$$M = (\sigma_1 \cdot Z^2) \cdot B/2 \quad \text{Ton m}$$

$$M = 13,83 \quad \text{Ton m}$$

$$M_u = 20,75 \quad \text{Ton m}$$

C.6.- Diseño a Flexión (método de última resistencia)

$$B = 222,00 \quad \text{cm} \quad \text{viga de analisis}$$

$$d = 27,00 \quad \text{cm}$$

$$k = 0,0678$$

$$\rho_{\min} = 0,0033$$

$$A_s = 19,78 \quad \text{cm}^2 \quad \text{Utilizar Minimo}$$

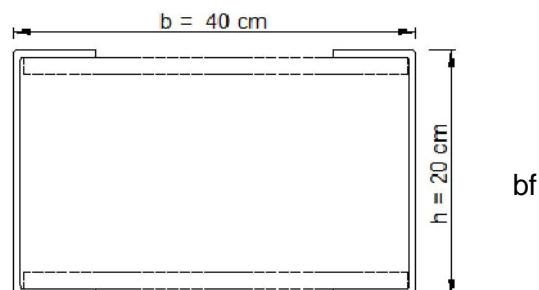
| ϕ | Area varilla | # BARILLAS |
|--------|--------------|------------|
| 14 | 1,540 | 13 |

$$A_{sx} = 1 \phi \quad 14 @ \quad 17$$

$$A_{sy} = 1 \phi \quad 14 @ \quad 17$$

5.5.1 CÁLCULO DE PLACA BASE

$P = 48300$ Kg del SAP 2000
 $f'_c = 180$ Kg/cm²
 $b = 20$ cm
 $h = 20$ cm
 Acero A36



Donde :

d

P = Carga total en la columna (Kg)
 f'_c = La resistencia a compresión del concreto
 F_p = esfuerzo permisible del concreto, kg/cm²
 A = Área de la placa (cm²)
 N = Longitud de la placa base (cm)
 B = Ancho de la placa (cm)
 d = Peralte de la sección de la columna (cm)
 bf = Ancho del patín (cm)
 F_b = Esfuerzo permisible del acero de la placa (Kg/cm²)
 t = Espesor de la placa (cm)
 Factor por aplastamiento
 0,75 =

$$F_b = 0,75 \times 36 \text{ KSI} \times 70,48 = 1902,96 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_p = 0,35 f'_c = 63 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{P}{F_p} = 766,67 \text{ cm}^2$$

$$A = 28 \text{ cm} \times 28 \text{ cm}$$

$$n = 0,5(28 - 0,8(bf)) = 6 \text{ cm}$$

$$m = 0,5(28 - 0,95(d)) = 5 \text{ cm}$$

$$N = 0,95 \times d + 2 \times n = 50 \text{ cm}$$

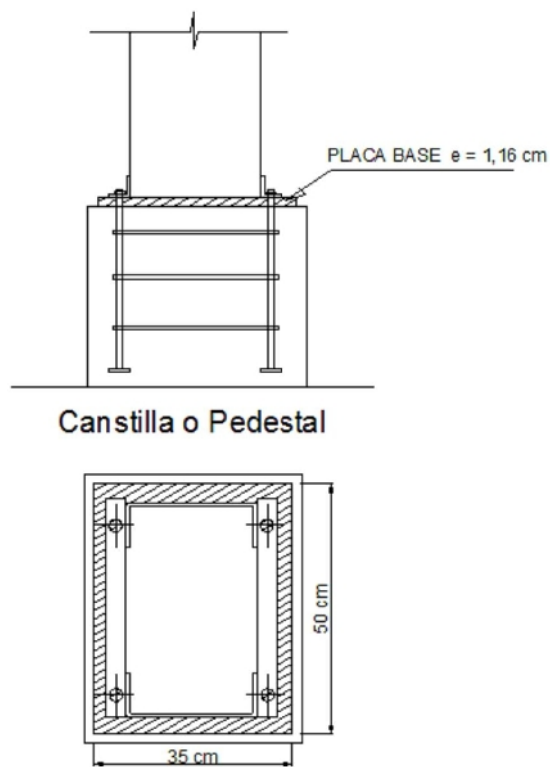
$$B = 0,8 \times bf + 2 \times n = 28 \text{ cm}$$

$$f_p = \frac{P}{N \times B} = 34,5$$

Carga de columna distribuida uniformemente = $0,95d \times 0,8bf$

$$t = \sqrt{\frac{3 \times f_p \times m^2}{Fb}} = \sqrt{\frac{3 \times 34,5 \times 5}{1903}} = 1,16 \text{ cm}$$

Entonces se debe utilizar una placa de espesor $t = 1,16 \text{ cm}$ ó $1/2"$



5.6 CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA

Los datos a emplearse son obtenidos mediante el programa de análisis estructural SAP 2000, luego de varias alternativas se obtuvieron los siguientes datos:

U 200x50x4

| A (cm ²) | I _x (cm ⁴) | I _y (cm ⁴) | r _x (cm) | r _y (cm) |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| 11,474 | 599,731 | 22,058 | 7,23 | 1,387 |

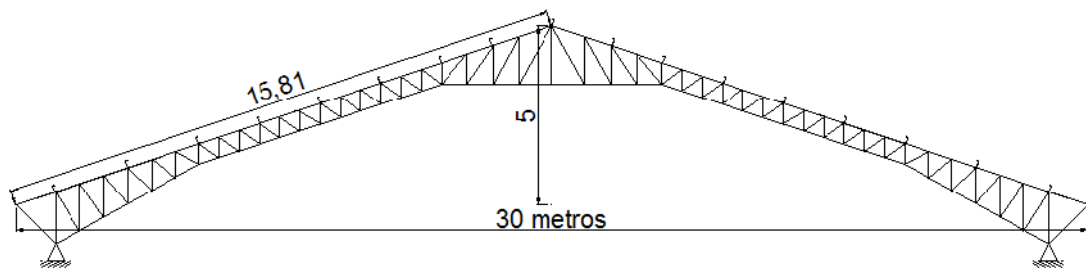
U200x50x6

| A (cm ²) | I _x (cm ⁴) | I _y (cm ⁴) | r _x (cm) | r _y (cm) |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| 16,816 | 850,961 | 30,993 | 7,114 | 1,358 |

L50x4

| A (cm ²) | I _x (cm ⁴) | I _y (cm ⁴) | r _x (cm) | r _y (cm) |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| 3,737 | 9,039 | 9,039 | 1,555 | 1,555 |

Acero A36 $f_b = F_y = 2532$ Kg/cm² $C_c = 126.1$



$$\text{Relación de Esbeltez} = \frac{K \times L}{r} = \frac{1 \times 1581}{7,23} = 218,67 > 200$$

Por tanto no se acepta este perfil U 200x50x4

$$\text{Relación de Esbeltez} = \frac{K \times L}{r} = \frac{1 \times 1581}{8,084} = 195,57 > 200$$

Por tanto no se acepta este perfil U 225x50x4

DEFINICIÓN DE PERFIL

Del SAP200 tenemos:

f_b = Esfuerzo a tensión

$f_b = 24827$ Kg/cm²

F_y = Esfuerzo del acero

$$A_g = \frac{P_t}{(0,6 \times F_y)} = \frac{24827}{0,6 \times 2532} = 16,34 \text{ cm}^2$$

Se escoge el perfil U200x50x6, donde $A = 16,816 \text{ cm}^2$

5.6.2 TIPOS DE SOLDADURA Y ELECTRODOS A EMPLEARSE

Si los miembros de una armadura soldada consisten en ángulos simples, dobles, canales o perfiles semejantes y están sujetos solamente a cargas axiales, se empleará las especificaciones LRFD para soldadura de filete. El encargado de calcular la estructura metálica puede seleccionar el espesor de la soldadura, calcular la longitud total de la soldadura necesaria, y colocar los cordones de soldadura alrededor de los extremos de los miembros como juzgue conveniente.

| Tipos de Soldadura y Esfuerzo | Material | Factor Φ de Resistencia | Resistencia Nominal F_w | Nivel de resistencia Requerido |
|--|-----------------|------------------------------|---------------------------|--|
| Cortante en el área efectiva | Base, Electrodo | 0,75 | $0,6 F_{EXX}$ | Se puede emplear metal de aportación, (electrodo), con un grado de resistencia igual o menor que el metal compatible |
| Tensión o compresión paralela al eje de la soldadura | Base | 0,90 | F_y | |

TABLA XIII.- Resistencia de Diseño de soldaduras (LRFD) para soldadura de Filete

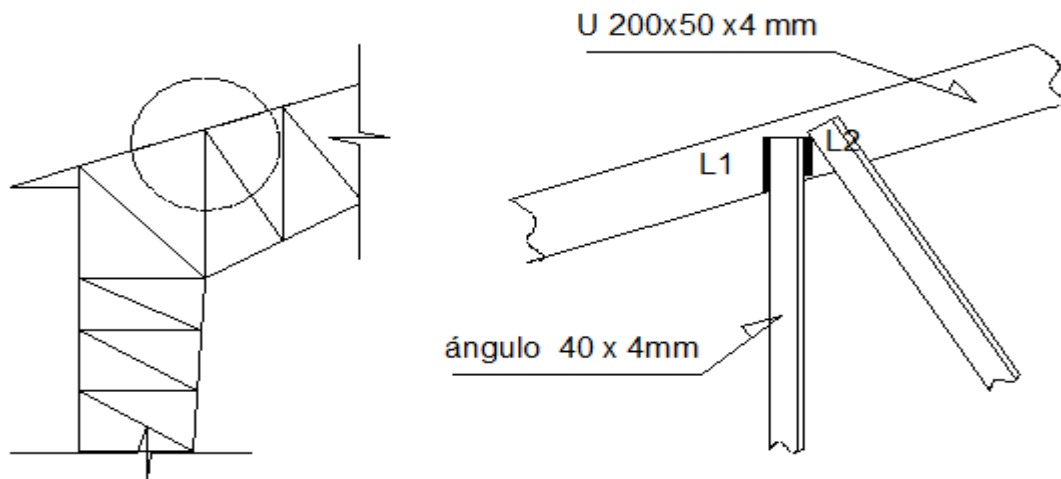
| Espesor del material de la parte unida con mayor espesor (pulg) | Tamaño mínimo de soldadura de filete(pulg) |
|--|--|
| Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive | $\frac{1}{8}$ |
| Mayor de $\frac{1}{4}$, hasta $\frac{1}{2}$ inclusive | $\frac{3}{16}$ |
| Mayor de $\frac{1}{2}$, hasta $\frac{3}{4}$ inclusive | $\frac{1}{4}$ |
| Mayor de $\frac{3}{4}$ | $\frac{5}{16}$ |

TABLA XIV.- Tamaños mínimos para las soldaduras de filete

Se debe tener en cuenta que el tamaño mínimo de soldadura de de filete, es la dimensión de los lados de los filetes, y además la soldadura debe ser de una sola pasada con proceso de soldadura SMAW o soldadura de arco protegido.

5.6.2.1 CALCULO DE UNIONES SOLDADAS

A continuación se diseña una soldadura de filete (la más utilizada) para un miembro a tensión trabajando a capacidad plena constituida por un ángulo.



Datos:

Acero = A36 ; $F_u = 58 \text{ KSI}$

Área ángulo L 40 x 4mm = $2.94 \text{ cm}^2 \Rightarrow L 1 \frac{1}{2}'' \times 3/16''$

$\phi t = 0.90$

$F_y = 36 \text{ KSI} = 36 \times 70.4 = 2538 \text{ Kg/cm}^2$

Electrodo E7018 $\Rightarrow F_E = 70 \text{ KSI}$

Capacidad a tensión del ángulo:

$$P_u = \phi_t \times F_y \times A_g$$

$$P_u = 0.9 \times 2538 \times 2.94 = 6715.5 \text{ Kg} = 14.8 \text{ Klb}$$

$$\text{Tamaño máximo de soldadura} = \frac{1}{2} - \frac{1}{16} = \frac{7}{16}$$

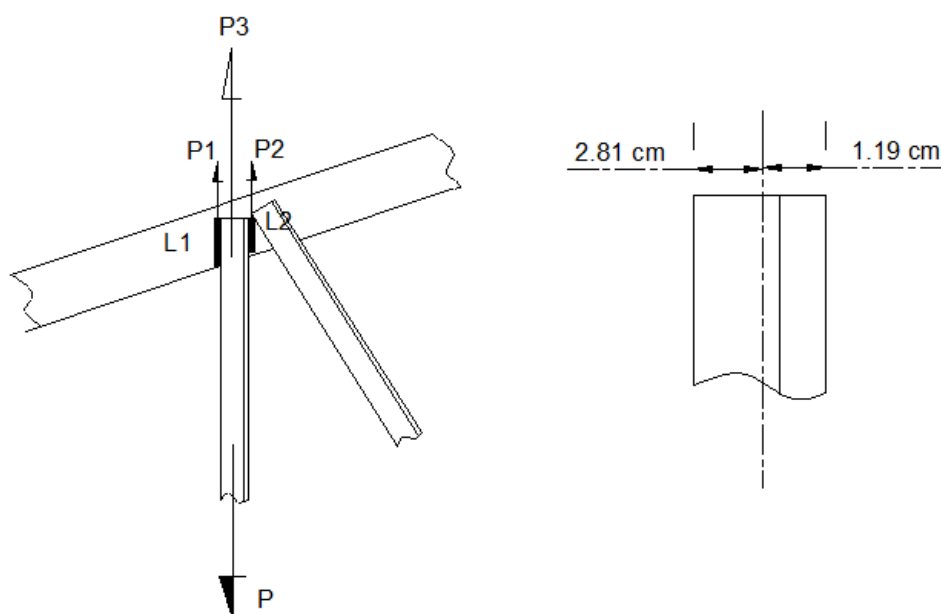
$$\text{Tamaño mínimo de soldadura} = \frac{3}{16}$$

Entonces se usará soldadura de $5/16''$

$$\text{Espesor efectivo de la garganta} = (0.707) \times (5/16) = 0.221 \text{ pulgadas}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de la soldadura por pulgada} &= \phi \times F_w = (0.75)(0.6 \times 70)(0.221 \times 1) \\ &= 6.96 \text{ KSI} \end{aligned}$$

$$\text{Longitud de soldadura total requerida} = \frac{14.8}{6.96} = 2.1 \text{ pulg}$$



$$1.19 \text{ cm} = 17/36''$$

$$\Sigma M/L1 = 0$$

$$14.8 \times 17/36 - 3/2'' \times P2 = 0$$

$$P2 = 4.66 \text{ Klb}$$

$$P1 = P - P2 = 14.8 - 4.66 = 10.14 \text{ Klb}$$

$$L1 = \frac{P1}{\phi \times F_w} = \frac{10.14}{6.96} = 1.45 \text{ pulg}$$

$$L1 = \frac{P2}{\phi \times F_w} = \frac{4.66}{6.96} = 0.67 \text{ pulg}$$

Revision de cortante :

$$0.6 \times \phi \times F_u \times A_{nv} > \phi \times F_w \times A_{nt}$$

$$0.6 \times F_u \times A_{nv} = 0.6 \times 58 \times 1.79 = 104.2 \text{ Klb} \quad (\text{U } 200 \times 50 \times 4)$$

$$F_u \times A_{nv} = 58 \times 0.46 = 26.7 \text{ Klb} \quad (\text{L } 40 \times 40 \times 4 \text{ mm})$$

$$104.2 > 26.7 \text{ ok.}$$

5.6.3 REVESTIMIENTO Y PROTECCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura metálica, tan útil en el diseño de estructuras, es especialmente vulnerable frente a la temperatura. Aproximadamente a 450°C pierde la estabilidad debiendo ser protegida.

Las formas de protección van desde pinturas hasta recubrimientos:

Por medio de pinturas bituminosas, que es un sistema adecuado para niveles de protección menores, sobre todo, en estructuras vistas por su adecuada estética.

Morteros de proyección rígidos están compuestos a base de perlita y vermiculita. Se trata de morteros que se impregnan en la estructura proporcionando una estabilidad al fuego de hasta 240 minutos.

Los morteros de proyección flexibles, a base de lana de roca y cemento blanco, proporcionan unos niveles de protección de hasta 240 minutos y densidad 250kg/m³. Se trata de un producto económico y que, al ser flexible, acompaña a la estructura metálica en sus dilataciones.

Pero lo más utilizado por constructores de estructuras metálicas, es la pintura anticorrosiva, que bien aplicada y en la cantidad suficiente protege a la estructura por largos periodos.

5.7 ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN CON COLUMNAS DE HORMIGON

A continuación se realizará un breve diseño de construcción, utilizando como material principal el hormigón armado, siguiendo los mismos procedimientos que se utilizaron para el diseño en estructura metálica, se tomará en cuenta la misma arquitectura.

Diseño a Corte**Datos**

| | | |
|--------------------|-----------|--------------------|
| $f'_c =$ | 210,00 | kg/cm ² |
| $F_y =$ | 4200,00 | kg/cm ² |
| $E_s =$ | 2100000 | kg/cm ² |
| $P_u =$ | 11,2 | Ton |
| $M_u =$ | 54,39 | Ton m |
| $r_g =$ | 1,0 - 2,0 | % |
| Seccion = | 20x30 | cmxcm |
| $b =$ | 60 | cm |
| $h =$ | 40 | cm |
| $d =$ | 37,5 | cm |
| $l_n =$ | 5,00 | m |
| $\phi_{estribo} =$ | 1,00 | cm |

Longitud del Tramo de Refuerzo

| | | | |
|------------|-------------------|--------|-------------------|
| | $h \geq 50$ | 40,00 | |
| $l_o >$ | $l_n/6$ | 83,33 | $l_o = 83,33$ cm |
| | 45 cm | 45,00 | |
| $l_1 =$ | $l_n - 2l_o$ | 333,33 | cm |
| | $8 db_{long}$ | 9,60 | |
| $S_o \leq$ | $24 db_{estribo}$ | 24,00 | $S_o \leq 9,6$ cm |
| | $b/2$ | 30,00 | |
| | 30 cm | 30,00 | |
| $S_1 \leq$ | $2 S_o$ | 19,2 | cm |

Lir

Necesidad de armadura por Corte

$$P_u > A_g f'_c / 10 \quad 50400,00 \text{ kg}$$

Usar Armadura Mínima por Corte**RESUMEN****ARMADURA A FLEXION****SECCION**

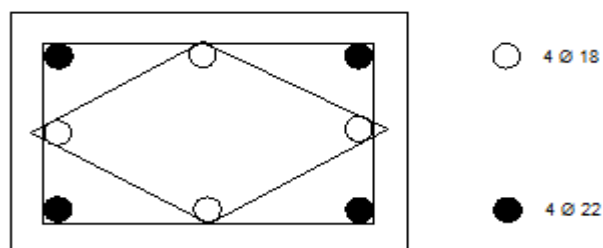
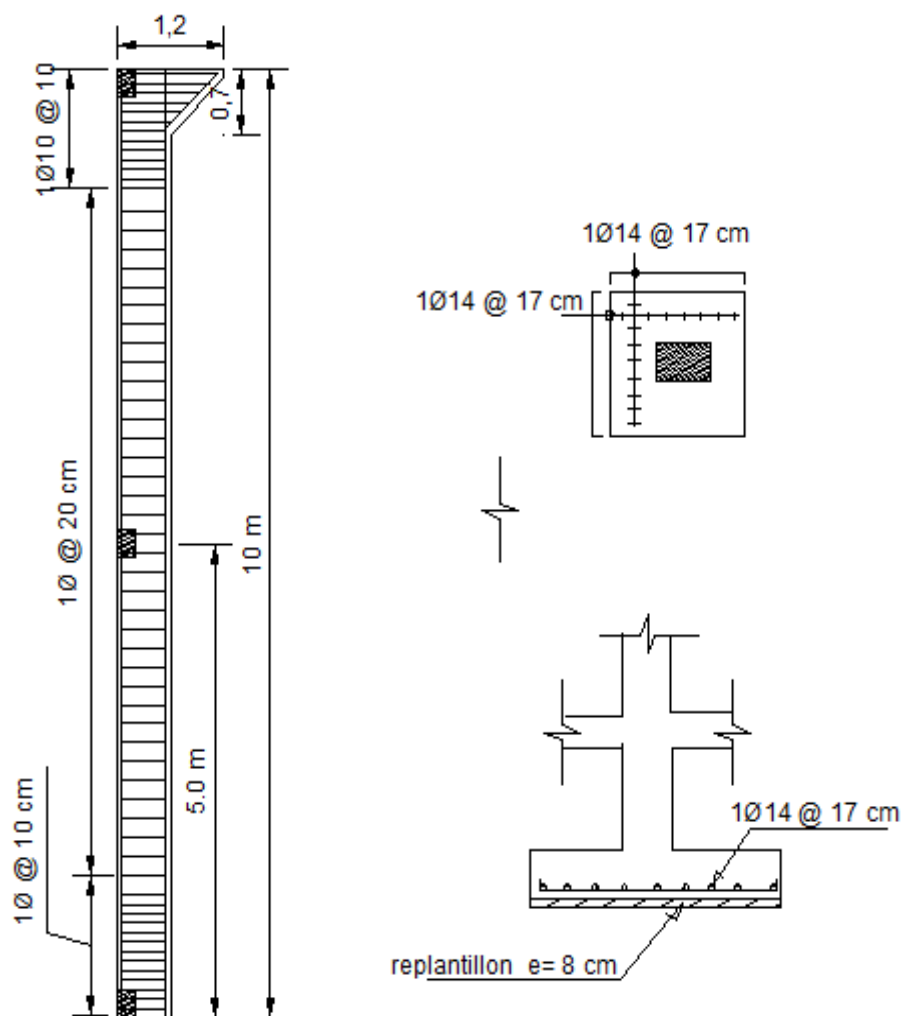
| | | |
|----------------|-------|-----------------|
| $b =$ | 60,00 | cm |
| $h =$ | 40,00 | cm |
| $\rho_g =$ | 1,00% | |
| $A_s = A_s' =$ | 24,00 | cm ² |
| $1\phi =$ | 18 | mm |

SECCION 60x40 cm
USAR 0 VARILLAS 18

ARMADURA A CORTE

| | | |
|--------------------|--------|----|
| $\phi_{estribo} =$ | 10,00 | mm |
| $l_o =$ | 83,33 | cm |
| $l_1 =$ | 333,33 | cm |
| $S_o =$ | 9,6 | cm |
| $S_1 =$ | 19,2 | cm |

| | | | |
|-------|---------|----|-----------|
| S_o | 1ϕ | 10 | @ 9,6 cm |
| S_1 | 1ϕ | 10 | @ 19,2 cm |
| S_o | 1ϕ | 10 | @ 9,6 cm |



DETALLE DE COLUMNA TIPO

DISEÑO PLINTO TIPO

A.- Datos

| | | |
|------------------|---------|--------------------|
| P = | 11,20 | Ton/m ² |
| Columna = | 0,60 | m |
| σ_{adm} = | 19,00 | Ton/m ² |
| Ap = | 90,00 | m ² |
| Np = | 1,00 | u |
| f'c = | 210,00 | kg/cm ² |
| Fy = | 4200,00 | kg/cm ² |

B.- Prediseño del Plinto

$$B H = \sqrt[4]{\frac{A N P}{\sigma_{adm}}}$$

$$B H = 7,28 \quad m$$

PLINTO I 7,28 x 7,28

C.- Verificación Capacidad del Suelo

$$\sigma_{1,2} = \frac{P}{BH} + \frac{6M}{BH^2}$$

$$\sigma_{1,2} = 19,02 \quad \text{Ton/m}^2$$

$$\sigma_1 < \sigma_{adm} \quad \text{Acepto}$$

$$\sigma_2 > 0 \quad \text{Acepto}$$

C.- Cheque por Punzonamiento

C.1.- Seleccionar d peralte efectivo

$$d = 27,00 \quad cm \quad \text{seleccionar d}$$

C.2.- Calculo del Perimetro de Punzonamiento

$$b_o = 2(C_1 + C_2 + 2d) \quad cm$$

$$b_o = 348,00 \quad cm$$

C.2.1.- Calculo del Cortante Actante

$$V = P \left(1 - \frac{(C_1 + d)(C_2 + d)}{BH} \right)$$

$$V = 993,60 \quad \text{Ton}$$

$$V_u = 1490406,28 \quad kg$$

C.2.2.- Calculo de ϕV_c

$$\phi V_c = 0,90 f'c b_o d$$

$$\phi V_c = 122544,88 \quad kg$$

$$\phi V_c > V_u \quad \text{FALSO}$$

☐

C.3.- Calculo de Corte como Viga

$$\sigma_v = \sigma_2 = \sigma_1$$

$$\sigma_v = 19,00 \quad \text{Ton/m}^2$$

$$V = \sigma_v B (H - C_1 - 2d) \quad \text{Ton}$$

$$V = 849,28 \quad \text{Ton}$$

$$V_u = 1273927,20 \quad \text{kg}$$

$$\phi V_c = 0,85 \cdot 0,53 \cdot f'_c \cdot B \cdot d$$

$$\phi V_c = 128321,55 \quad \text{kg}$$

$$\phi V_c > V_u \quad \text{FALSO}$$

C.4.- Chequeo Aplastamiento

$$P_u < \phi (0,85 f'_c C_1^2)$$

$$= 449,82 \quad \text{kg}$$

$$P_u < \phi (0,85 f'_c C_1^2)$$

Aumentar dimensiones de Columna

C.5.- Revisiòn por Flexiòn

$$Z = (B - C)/2 \quad \text{cm}$$

$$Z = 3,34 \quad \text{cm}$$

$$M = (\sigma_1 \cdot Z^2) \cdot B/2 \quad \text{Ton m}$$

$$M = 772,31 \quad \text{Ton m}$$

$$M_u = 1158,47 \quad \text{Ton m}$$

C.6.- Diseño a Flexiòn (mètodo de ùltima resistencia)

$$B = 728,00 \quad \text{cm} \quad \text{viga de analisis}$$

d = 27,00 cm

k = 1,1549

□

$\rho_{\min} = 0,0033$

As = 64,86 cm² Utilizar Minimo

| ϕ | Area varilla | # BARILLAS |
|--------|--------------|------------|
| 14 | 1,540 | 42 |

Asx = 1 ϕ 14 @ 17

Asy = 1 ϕ 14 @ 17

CAPITULO 6

PROYECTO HIDROSANITARIO Y ELECTRICO

6.1.- GENERALIDADES

En el diseño de instalaciones hidrosanitarias se debe tener muy en cuenta las reglamentaciones, para determinar cuál es necesaria antes de comenzar un proyecto; por tal motivo nos basaremos en el Código Ecuatoriano de la Construcción y Ordenanzas Municipales acerca de normas en lo que se refiere a sistemas de agua potable y alcantarillado.

En la construcción de las edificaciones, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, debido a que debe satisfacer las necesidades básicas del ser humano como son: el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza del hogar, para eliminar desechos orgánicos, etc.

Las instalaciones sanitarias estudiadas en este caso, son del tipo público, donde se consideran los aparatos sanitarios para uso particular, básicamente deben cumplir con las exigencias de funcionalidad, durabilidad y economía en todo el coliseo.

El diseño de la red sanitaria que comprende el cálculo de la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios utilizados y el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos: conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería, entre otros. Conociendo estos datos se logrará un correcto dimensionamiento de las tuberías y accesorios a utilizarse.

El trabajo se basa en utilizar un método para el cálculo de las redes de distribución interior de agua, que es el denominado Método Exacto, que consiste en asegurar a cada aparato sanitario un número de “unidades de gasto” determinadas experimentalmente.

El objetivo de este capítulo es estudiar las redes de distribución de agua potable, red de eliminación de aguas residuales (alcantarillado) y las instalaciones eléctricas dentro del coliseo.

6.2.- AGUA POTABLE

El agua de ríos o lagos solo es admisible para consumo humano como agua potable previa depuración. Sus condiciones químicas y bacteriológicas son muy variables, lo mismo que la temperatura. No obstante, las necesidades crecientes de agua y el descenso del nivel del agua subterránea han hecho que casi la totalidad de las grandes poblaciones tengan basado su abastecimiento en el aprovechamiento de aguas superficiales, para lo cual el agua debe ser purificada.

El agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad. A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es de 0 °C y su punto de ebullición de 100 °C.

EL AGUA EN ESTADO NATURAL

El agua es la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los tres estados de la materia, es decir; sólido, líquido y gaseoso. Como sólido o hielo, se encuentra en los glaciares y en los casquetes polares, así como en las superficies de

agua en invierno; también en forma de nieve, granizo, escarcha y en las nubes formadas por cristales de hielo (granizo). Existe en estado líquido en las nubes de lluvia formadas por gotas de agua y en forma de rocío en la vegetación, además este estado cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre en forma de pantanos, lagos, ríos, mares y océanos. Como gas o vapor de agua lo encontramos en forma de niebla, vapor y nubes.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

Las características físicas son las que más impresionan al consumidor; sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario:

Color

Es la impresión ocular producida por las materias del agua. El color verdadero depende de las sustancias minerales disueltas, especialmente sales de hierro y manganeso y materias coloidales de naturaleza orgánica. El agua debe ser incolora, a pesar de que en grandes masas toma una coloración azulada.

Turbiedad

Se debe esencialmente a las materias en suspensión, tales como arcilla y otras sustancias inorgánicas finamente divididas. Las aguas tibias tienen desagradable presentación estética y son rechazadas por el consumidor. Se elimina la turbiedad mediante tratamientos especiales (coagulación, sedimentación y filtración).

Olor y Sabor

Olor es la impresión producida en el olfato por las materias volátiles contenidas en el agua. Sabor es la sensación gustativa que producen las materias contenidas en el agua.

Temperatura

La temperatura del agua en verano debe ser inferior a la temperatura ambiente, y en invierno debe ocurrir lo contrario. Se estima que una temperatura del agua entre 5 y 15° Celsius es agradable al paladar.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

En la naturaleza se encuentran disponibles las siguientes fuentes de agua que se emplean para el consumo humano, industrial, agrícola, etc. con tratamiento o sin él, conforme a las necesidades y características locales.

a) Agua Atmosférica:

Se puede encontrar en estado de vapor de agua, como líquido suspendido en nubes, o cayendo en forma de lluvia, nieve, granizo o rocío. Retornando a la atmósfera por evaporación de la vegetación, superficie del suelo, del agua (ríos, lagos, océanos), mientras se precipita y por transpiración de los vegetales.

b) Agua Superficial:

El agua superficial en movimiento constituye las corrientes naturales, como ríos, canales, esteros, etc.(escurrimiento superficial); en relativo reposo se encuentra en

los embalses, lagos, mares y océanos; y finalmente en estado sólido, acumulada en grandes cantidades, como hielo o nieve. Estas últimas son aguas generalmente exentas de gérmenes y sales. Al fundirse presentan las mismas características del agua de lluvia, y al escurrir a través de la corteza terrestre toma las propiedades del agua superficial o subterránea, según sea el caso.

Desde el punto de vista sanitario, estas aguas son susceptibles de ser contaminadas por agua cloacal o residuos industriales. Los lagos y lagunas originados por corrientes superficiales tienen las mismas características generales, pero sus aguas están sujetas a una purificación natural durante el tiempo que permanecen almacenadas.

c) Aguas Subterráneas:

El agua de precipitaciones, de cursos y masas de agua, penetra a través de las porosidades de las partículas que constituyen el suelo, mediante el proceso llamado Infiltración pasando a través de rocas fisuradas hasta llegar a un lugar en el interior de la tierra donde se almacena.

6.2.1 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL COLISEO

6.2.1.1 -REQUERIMIENTOS PARA INSTALACIONES DE AGUA POTABLE

Lo estricto de las normas de instalaciones para agua potable redunda en beneficio

de la salud pública. Las siguientes son especificaciones básicas típicas:

1. Todos los edificios deben suministrar agua potable en cantidades adecuadas a las necesidades de sus ocupantes. Los sanitarios, los dispositivos y los accesorios deben abastecerse de agua con suficiente volumen y presión a fin de asegurar su buen funcionamiento. Es necesario que las tuberías de conducción de agua tengan suficiente diámetro para suministrar el líquido requerido sin reducción de presión o ruidos indeseados en cualquier situación normal de uso.
2. Los dispositivos de calentamiento y almacenamiento de agua deben diseñarse, instalarse y mantenerse para proteger contra la ruptura del depósito por sobrecalentamiento o sobre presión.
3. Deben realizarse las pruebas recomendadas (pruebas estáticas que consiste en llenar las tuberías con agua a presión, dejarlo en reposo y ver su comportamiento) para así poder encontrar fugas o defectos en el sistema.
4. Tubos, juntas y conexiones en la instalación sanitaria deben ser herméticas al agua y a las presiones requeridas por la prueba.

6.2.1.2.- MATERIALES PARA INSTALACIONES DE AGUA POTABLE.

Dentro de una diferente gama de accesorios y materiales dentro del mercado Nacional se pueden encontrarse los siguientes:

- Hierro fundido: ya no se usan en instalaciones interiores por su alto costo y peso elevado.

- Hierro galvanizado: Su uso ya no es frecuente porque con el tiempo en su interior se incrustan minerales que obstruyen el flujo normal de agua, en la actualidad su uso esta desplazado por el de PVC (cloruro de polivinilo)
- Acero: para uso industrial o en líneas de impulsión sujetas a grandes presiones.
- Cobre: son las mejores para las instalaciones de agua potable, sobre todo para conducir agua caliente, pero su costo es muy elevado y se requiere mano de obra especializado para su instalación.
- Bronce: solo tiene en la actualidad un uso industrial.
- Plomo: se utilizan en conexiones domiciliarias; han sido dejadas de lado al comprobarse que en determinados caso se destruyan rápidamente por la acción de elementos químicos hallados en el agua; sin embargo aun se utilizan como abastos de aparatos sanitarios.
- Asbesto - cemento: solo se utilizaba en redes exteriores y al momento esta siendo remplazado por el PVC.
- Plástico: PVC rígido para conducción de fluidos a presión SAP (Standard Americano Pesado). Estas tuberías se fabrican de varias clases: clase 15 (215 lb/pulg²), clase 10 (150 lb/pulg²), clase 7.5 (105 lb/pulg²) y clase 5 (lb/pulg²), en función a la presión que pueden soportar. Poseen alta resistencia a la corrosión y a los cambios de temperatura, tienen superficie lisa, sin porosidades, peso liviano y alta resistencia al tratamiento químico de aguas con gas, cloro o flúor.

6.2.1.3 ACCESORIOS PARA AGUA POTABLE.

Son empleados para cambiar la dirección del flujo de agua (ya que no resulta práctico doblar los tubos en el terreno), para realizar conexiones entre tuberías y para tapar aberturas en ellas o para sellar la sección terminal de un tubo. En un sistema de suministro de agua potable, los accesorios y las conexiones deben ser

capaces de contener un flujo de agua a presión. La calidad de los accesorios debe ser igual a la de las tuberías conectadas.

Los accesorios modelos se encuentran disponibles y generalmente pueden ser especificadas por referencia a un American National Standards. Los calibres de los accesorios indican los diámetros de las tuberías a las cuales están conectados. Para accesorios roscados, debe especificarse la ubicación de la rosca: una rosca en la parte exterior de la tubería se denomina **rosca macho**, mientras que una rosca interna es denominada **rosca hembra**.

La tubería de hierro dulce se encuentra disponible generalmente con acoplamiento mecánico a presión o con accesorios bridados. Los accesorios de bronce o latón, para tubería de cobre o latón pueden ser también de tipo bridado o roscado. Las bridas (reborde) son aseguradas con pernos. En algunos casos, para lograr conexiones impermeables, se coloca una empaquetadura entre las bridas, mientras que en otros casos son ajustadas por medio de máquinas. Los accesorios roscados a menudo se impermeabilizan recubriendo los hilos de la rosca con un compuesto impermeabilizante de tuberías aprobado, o envolviendo las roscas con cinta de teflón antes de atornillar los accesorios a la tubería.

Las **llaves** conocidas también como válvulas, grifos, llaves de paso, llaves de corte y tapones no son más que dispositivos incorporados a las tuberías para controlar el flujo hacia, a través y proveniente de éstas. El término **grifo** generalmente es usado junto con un adjetivo para indicar su uso; por ejemplo, un grifo de manguera (llamado también para manguera) es una llave usada en la parte exterior de un edificio para conectar la manguera del jardín. Una **llave** es una válvula instalada al final de una tubería para permitir o detener la salida de agua. Las válvulas por lo general están fabricadas de hierro maleable o de fundición, de latón o de bronce. Las llaves de baños y cocinas generalmente están recubiertas con una capa de latón niquelado.



GRAFICO 6.1 Accesorios más utilizados en instalaciones de agua potable.



GRAFICO 6.2 Llaves o válvulas de control

6.2.2 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN BATERIAS SANITARIAS.

6.2.2.1 DELINEAMIENTO DE REDES

Consiste en delinear el recorrido de las tuberías desde la conexión domiciliaria hasta cada uno de los ambientes que contienen servicios sanitarios. Para ello se debe considerar los siguientes aspectos:

1. Los tramos horizontales pueden ir por los muros o contra pisos de acuerdo a que los aparatos sanitarios descarguen por el muro o por el piso respectivamente.
2. Al ir por los muros se hace economía en el recorrido de tuberías y accesorios, pero se tiene la desventaja que hay que picar las paredes y efectuar pases en los vanos de las puertas y pasadizos.
3. El ir por el piso resulta ventajoso cuando se debe efectuar una reparación, pues es más económico y fácil cambiar las losetas del piso que las mayólicas de las paredes.
4. Los tramos verticales deben ir preferentemente en ductos, con una separación mínima de 0.15 m de las tuberías de agua caliente y de 0.20 m de las montantes de aguas negras y de lluvia.
5. En lo posible debe evitarse cruzar elementos estructurales.
6. Debe procurarse formar circuitos porque así se obtiene una mejor distribución de la presión y se pueden ubicar adecuadamente las válvulas de interrupción que permitan efectuar reparaciones sin paralizar todo el servicio.
7. Al ingreso del predio es necesario colocar una válvula de interrupción o llave de paso después del medidor.
8. Las tuberías de conducción e impulsión deben llevar una válvula de retención o válvula check (no retorno).
9. En los tramos horizontales las tuberías de agua fría deben instalarse siempre debajo de las de agua caliente y encima de las de desagüe, a una distancia no menor de 0.10 m entre sus superficies externas.
10. Al ingreso de cada ambiente debe instalarse en lo posible una válvula o llave de paso.

11. Al delinearse las redes de desagüe exteriores se debe tener presente que las cajas de revisión estén ubicadas en forma tal que puedan ser revisadas cómodamente, sin causar molestias ni dañar la estética.

6.2.2.2.- DOTACION DE AGUA

Se entiende por dotación a la cantidad de agua en litros por segundo por habitante para que satisfaga sus necesidades en 1 día. Este gasto de agua está relacionado con el consumo de uso público, escuelas, hospitales, piscinas públicas, lavado de redes generales de alcantarillado, etc. Este consumo puede variar entre límites más o menos amplios, dependiendo de los hábitos higiénicos de la población, nivel y desarrollo de la vida de los pueblos, facilidades disponibles de los servicios, tarifas, condiciones climáticas, estaciones del año, etc., y por consiguiente es difícil establecer una cifra.

Para proyectos hidráulicos en la sierra se puede considerar una dotación de 180 litros/habitante/día y para la Costa 220 litros/habitante/día, para sistemas urbanos la presión mínima es de 12 MCA (metros de columna de agua) y la presión máxima 18 MCA.

A continuación se dispone de un cuadro comparativo de unidades de presión más utilizadas:

| Unidades | Kg/cm² | Lb/plg² | MCA |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------|
| Kg/cm² | 1,0 | 14,22 | 10 |

| | | | |
|---|--------|-------|-------|
| Lb/plg² (PSI) | 0,0703 | 1,0 | 0,703 |
| MCA | 0,1 | 1,422 | 1,0 |

TABLA XV.- Unidades equivalentes.

Además de las anteriores, se pueden mencionar en las siguientes unidades de presión:

$$1 \text{ ATM} = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1 \text{ ATM} = 10,3 \text{ MCA} = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$10,3 \text{ MCA} = 760 \text{ mm Hg.}$$

Donde:

ATM: Atmósfera.

mm Hg: Milímetros de Mercurio.

MCA: Metros Columna de Agua.

6.2.2.3.- CONEXIÓN INICIAL DE AGUA POTABLE

La conexión inicial de agua potable se refiere a la unión de la tubería que va a abastecer al coliseo, con la red matriz; el agua llega mediante una conexión domiciliaria que sería conveniente realizarlo al momento de la ejecución de la red, siempre y cuando se hayan realizado los trámites y pago de los derechos correspondientes a la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito EMAAP-Q entidad encargada de brindar este servicio, previo una solicitud de Factibilidad Técnica la que decide si es conveniente o no realizar dicha conexión.

Estos trabajos se ejecutan desde la red matriz de agua hasta el medidor, las conexiones domiciliarias tienen que ser construidas de acuerdo a las normas de instalaciones y las condiciones técnicas que la EMAAP-Q determine.

6.2.2.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONEXION.

- La conexión domiciliaria tendrá un diámetro igual al que se indica en la factibilidad técnica previa una inspección.
- La tubería que se utiliza debe ser de PVC.
- El collar debe ser de hierro galvanizado recubierto con cinta de protección contra la humedad Polyken, su diámetro quedará determinado por el de la matriz en la que se efectuará la conexión.
- La corporation o clave collar, la llave de paso, los niples o neplos del medidor, la unión o adapte son de bronce de uniones roscadas.
- La conexión inicial hasta el medidor debe ser realizada por personal de la EMAAP-Q según normas y procedimientos para distribución de agua potable, entre las cuales la más importante es que las conexiones se realizan en terrenos habitados y que tengan escritura pública.

A continuación se muestran algunos detalles constructivos más importantes de una conexión domiciliaria.

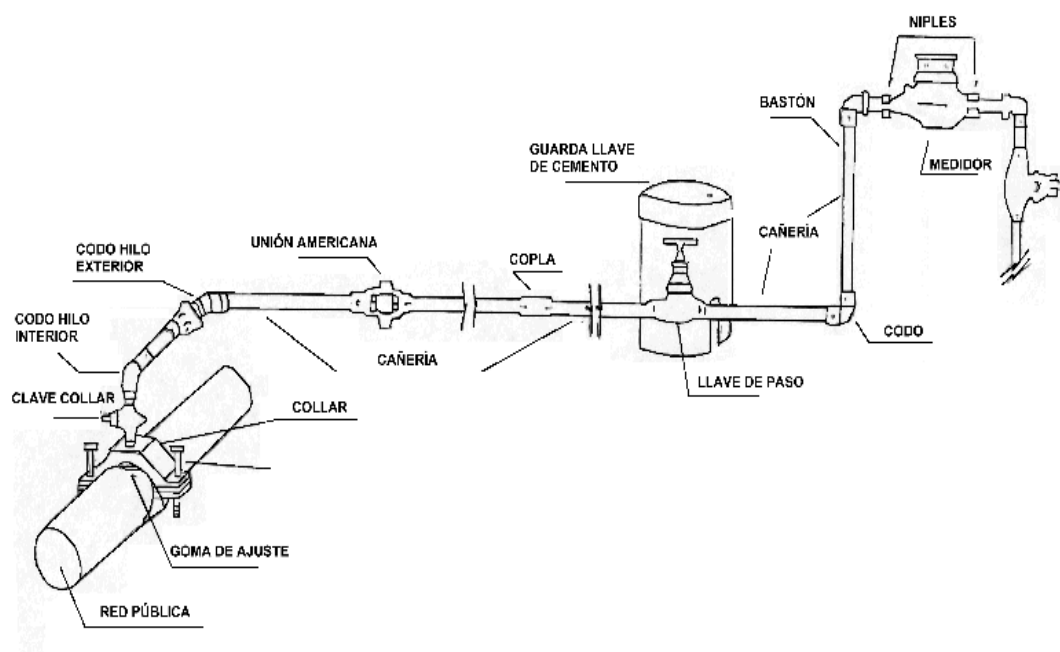


GRAFICO # 6.3 Esquema de una conexión domiciliar

6.2.2.5.- DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

GRAFICO DE LA RED.

El agua potable llega a los consumidores por medio de una serie de tuberías que forman la llamada red de distribución que debe permitir entregar al consumidor agua potable en cantidad suficiente, limpia, en forma constante y con una presión adecuada.

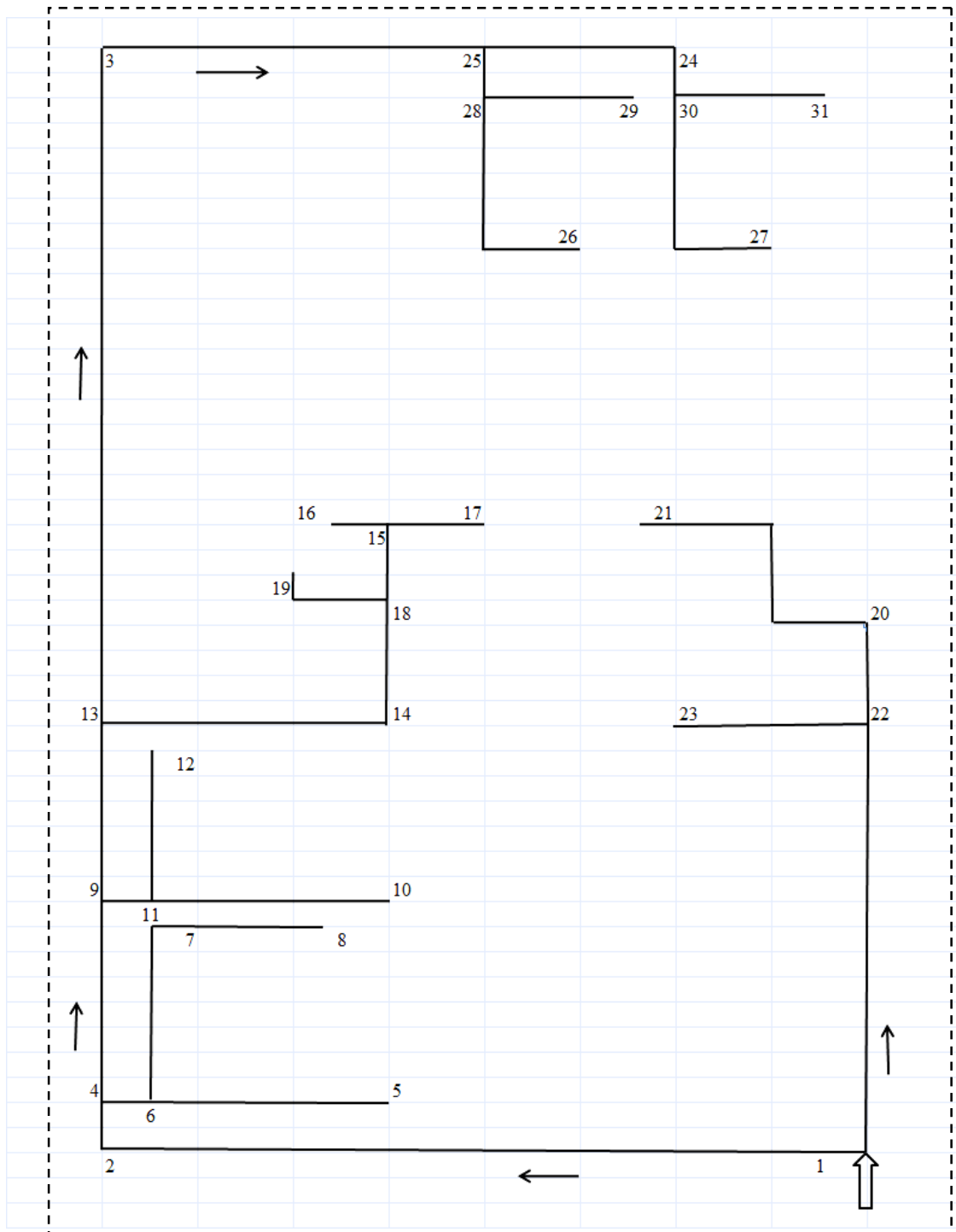


GRAFICO # 6.4 Esquema de la red de agua potable en el Coliseo

El gráfico de redes se efectúa sobre un plano de planta a escala 1/50, donde se hará resaltar las redes de agua y desagüe, quedando en segundo plano la distribución arquitectónica; generalmente en este plano se obvian muchos detalles que aparecen en los planos arquitectónicos (puertas, mobiliario, etc.). El tamaño de la lámina depende del proyecto arquitectónico. Las redes de agua se grafican de menor grosor que las de desagüe (generalmente a la mitad del grosor). Para el dibujo de cisternas y tanques elevados (cortes) se emplean escalas de 1/20 ó 1/25.

6.2.2.6 DISEÑO DE INSTALACIONES DE AGUA POTABLE

A continuación se establecen los procedimientos básicos para el diseño y cálculo de las instalaciones de agua potable.

El diámetro en las tuberías de agua fría debe ser como mínimo de 13 mm (1/2 pulgada) hasta el último artefacto inclusive, asimismo la tubería que llega al calefón debe ser de 20 mm (3/4 de pulgada), al igual que la llave de paso de entrada a éste.

Según las **Ordenanzas Municipales** sobre los servicios sanitarios en edificios para actividades deportivas, explica que se sujetarán a las siguientes especificaciones:

1. Los servicios sanitarios serán independientes para ambos sexos y se diseñarán de tal modo que ningún mueble o pieza sanitaria sea visible desde el exterior, aún cuando estuviese la puerta abierta.
2. Se considerará por cada 450 espectadores o fracción 1 inodoro, 3 urinarios y 2 lavabos para hombres.
3. Se considerará por cada 450 espectadores o fracción 2 inodoros y 1 lavabo para mujeres.
4. Los deportistas y demás participantes del espectáculo tendrán vestidores y servicios sanitarios que incluyan duchas separadas de los del público.

6.2.2.7.- CAUDALES

Los caudales o gastos instalados para cada tipo de artefacto que se muestran en la tabla N° 6.2

| TIPO ARTEFACTO | GASTO (Litros/min) | | GASTO (litros/seg) | |
|--------------------|----------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | Agua Fría | Agua Caliente | Agua Fría | Agua Caliente |
| Inodoro Corriente | 10 | - | 0.17 | - |
| Baño Lluvia | 10 | 10 | 0.17 | 0.17 |
| Baño Tina | 15 | 15 | 0.25 | 0.25 |
| Lavatorio | 8 | 8 | 0.14 | 0.14 |
| Bidet | 6 | 6 | 0.10 | 0.10 |
| Urinario Corriente | 6 | - | 0.10 | - |
| Lavaplatos | 12 | 12 | 0.20 | 0.20 |
| Lavadero | 15 | 15 | 0,25 | 0.25 |
| Lava copas | 12 | 12 | 0.20 | 0.20 |
| Bebedero | 5 | | 0.083 | |
| Llave Riego 13 mm | 20 | | 0.33 | - |
| Llave Riego 19 mm | 50 | | 0.83 | |

TABLA XVI Gasto en Artefactos

Los gastos probables para cada tramo de la instalación, se determinan mediante la fórmula que se indica a continuación la que proporciona resultados más exactos;

$$QMP = 1,7391 \times QI^{0,6891}$$

En donde:

QMP: Gasto Máximo Probable (l/min)

QI: Gasto Instalado (l/min)

6.2.2.7.1.- GASTO MAXIMO PROBABLE Y GASTO INSTALADO

Las velocidades en las tuberías para cada tramo no deben exceder de 2,5 m/s, las presiones destinadas a dimensionar una instalación de agua potable, deben comenzar teniendo como referencia la presión de la red matriz pública, si no se dispone este dato, la presión inicial a considerar en el proyecto debe ser 14 MCA (Metros Columna de Agua) en la conexión con la red pública. Las dimensiones deberán ser tales, que el último artefacto instalado cuente con una presión mínima de 4 MCA.

6.2.2.8.- PERDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS

Para el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías, se usa la siguiente fórmula, la que fue desarrollada para los diámetros usuales en las instalaciones domiciliarias, en tuberías de superficie lisa como el cobre y materiales plásticos; policloruro de vinilo (PVC) y polipropileno (PP), entre otros:

Agua Fría

$$J = 676,745 \times \frac{Q^{1,751}}{D^{4,753}}$$

Donde:

J = Pérdida de Carga (m/m)

Q = Caudal (l/min)

D = Diámetro interior Real (mm)

6.2.2.8.1. ALTURAS REFERENCIALES DE ARTEFACTOS SANITARIOS

Como en toda instalación no sólo se pierde presión por rozamiento, sino también por cambios en la altura a la que debe subir el agua por la tubería, hay que determinar la diferencia de cotas de altura en los artefactos, respecto a la altura del medidor.

A continuación se señalan las cotas o alturas características de los artefactos más comunes, teniendo muy en cuenta que éstas son referenciales al momento de instalar la cerámica y poder dejar el orificio para colocar la llave de paso o la llave de abasto de entrada de agua al aparato sanitario.

| <i>Artefacto</i> | <i>Cota (m)</i> |
|------------------|-----------------|
| Lavadero | 1,00 – 1,20 |
| Lavatorio | 0,80 |
| Lavaplatos | 0,80 |
| Llave jardín | 0,60 |
| Inodoro | 0,40 |
| Bidé | 0,40 |
| Baño lluvia | 1,80 – 2,00 |
| Calefón | 1,10 – 1,40 |

TABLA XVII.- Alturas de artefactos

Para el cálculo de las pérdidas de carga en piezas especiales, se puede usar el siguiente procedimiento:

Procedimiento Método Exacto:

El diámetro se calcula en base al valor correspondiente a la pérdida de carga local o singular producida por un accesorio determinado, por medio de la siguiente expresión, en donde la pérdida está evaluada en función de la "Altura de Velocidad" correspondiente al escurrimiento.

$$PS = Kx \frac{V^2}{2g}$$

En donde: PS: Perdida Singular (MCA)

V: Velocidad de Escurrimiento (m/s)

g : Aceleración de Gravedad (9,81 m/s)

K: Coeficiente que depende del tipo de accesorio, que se muestra a continuación.

$\frac{V^2}{2g}$: Altura de Velocidad

| |
|--|
| <p>Coeficiente de Pérdida de Carga Singular "K"</p> |
|--|

| Tipo de Accesorio | Coefficiente "K" |
|-----------------------------|-------------------------|
| Ampliación gradual | 0.30 |
| Codo de 90° | 0.90 |
| Codo de 45° | 0.60 |
| Curva de 90° | 0.40 |
| Curva de 45° | 0.20 |
| Confluencia | 0.40 |
| Entrada Normal en Tubo | 0.50 |
| Entrada en Borda | 1.00 |
| Válvula en Ángulo, Abierta | 5.00 |
| Válvula Compuerta, Abierta | 0.20 |
| Válvula Tipo Globo, Abierta | 10.00 |
| Tee Paso Directo | 0.40 |
| Tee Salida Lateral | 1.30 |
| Tee Salida Bilateral | 1.80 |
| Válvula de Pié | 1.75 |
| Válvula de Retención | 2.50 |

TABLA XVIII.- Coeficientes de pérdida de carga.

Con lo indicado anteriormente y siguiendo el procedimiento que a continuación se describe se procede a desarrollar el siguiente cuadro de cálculo.

Cálculo por Método Exacto.

| <u>Tramo</u> | <u>Gastos</u> | | <u>D</u> mm | <u>V</u> m/s | <u>L.R.</u> | <u>Valor</u> K | <u>Pérdida de Carga</u> | | <u>Perdidas</u> | | <u>Presión</u> | | <u>Altura</u> H +/- | <u>Carga Disponible</u> C.D. |
|--------------|---------------|------------|----------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------|-------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------|
| | <u>QMI</u> | <u>QMP</u> | | | | | <u>P.U.</u> | <u>P.S.</u> | <u>P.R.</u> | <u>P.T.</u> | <u>P.L.</u> | <u>PF</u> | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

El procedimiento para completar el anterior cuadro es de la siguiente forma:

- En la columna de tramo, se indican los tramos de la tubería de la instalación.
- QMI Gasto Máximo Instalado, es la suma de todos los gastos de los artefactos que hay desde el comienzo del tramo hasta el final de la instalación. A medida que se avanza en el cuadro, hacia abajo, se le va restando el gasto instalado de los artefactos de los tramos anteriores, ya calculados, para conocer el gasto instalado sólo de los artefactos que quedan sin alimentar.
- QMP Gasto Máximo Probable, se determina a partir del QMI, ubicado en la columna anterior. Para esto, se puede utilizar la fórmula.
- D Diámetro en milímetros de la tubería del tramo, esta elección inicial es por ensayo y por "**tanteo**". Por eso, la experiencia del diseñador es fundamental para que el proceso sea correcto.
- V Velocidad expresada en metros / segundos, la que se deduce de la fórmula: $21.22 \times (QMP/D^2)$. La velocidad varía en cada tramo, ya que depende directamente del Gasto Máximo Probable, siendo la mínima 0,5 m/s. y la máxima de 2,5 m/s.
- LR Longitud Real del Tramo, ésta se indica en metros, y va desde el principio hasta el final de cada tramo.
- K Valor aproximado de las Pérdidas de Cargas Locales, este valor se obtiene de la suma de los valores obtenidos en la tabla de las piezas especiales que se encuentren en cada tramo.

- P.U. Pérdida de Carga Unitaria, es decir, pérdida de carga por 1 m de tubería. Se obtiene del cálculo por la fórmula $676,745 \times (QMP^{1,751}/D^{4,753})$.
- P.S. Pérdida de Carga Singular, se calcula mediante la fórmula: $K \times (V^2/2g)$.
- P.R. Pérdida de Carga por Roce, esta pérdida sucede por el roce que se produce entre el agua y las paredes interiores de la cañería. Se determina por la multiplicación de P.U. y L.R.
- P.T. Pérdida Total, es la sumatoria entre P.S. y P.R., es decir, la pérdida total que se produce en el tramo.
- P.I. Presión Inicial, aquí se indica la presión disponible con que se cuenta al inicio del tramo. En el caso del primer tramo, se anota la presión entregada por la compañía menos la pérdida de carga ocasionada por el medidor. Para este dato se debe tomar en cuenta, que el último artefacto debe recibir como presión mínima 4 MCA.
- P.F. Presión Final, es con la presión disponible con que cuenta el fin de cada tramo, considerando las pérdidas de cargas ocurridas hasta ese punto. Se obtiene de la resta de P.I. y P.T.
- H. Altura, aquí se indican las cotas con sus signos correspondientes, si son más altas que la cota 0, se suman a las pérdidas de carga, y si son más bajas, se restan a las pérdidas de carga.
- C.D. Carga Disponible, es la carga resultante de la resta entre P.F. y H.

6.2.2.9.- EVALUACIÓN DE PRESIONES.

De acuerdo a lo establecido en el reglamento, la presión mínima en el artefacto más desfavorable, es 4 MCA, de manera que si el resultado obtenido es mayor o igual a este valor, entonces los cálculos realizados por los métodos antes descritos, para cada uno de los tramos de la tubería de la instalación son suficientes para garantizar el correcto funcionamiento de todos los artefactos de la misma.

De lo contrario, si es menor a 4 MCA, el instalador debe corregir los diámetros de cañerías de algunos tramos de la instalación y volver a realizar los cálculos, hasta que alcance el valor deseado.

A continuación se detalla los cálculos respectivos para la obtención de la tubería de agua potable por el método exacto:

TABLA XIX Resultados de cálculos de tubería

TABLA DE RESULTADOS DE CALCULOS DE TUBERÍA POR EL METODO EXACTO

| | Gastos | | | | | | Pérdida de Carga | | Pérdidas | | Presión | | Altura | Carga |
|---------|------------|------------|------|-------|-------|-------|------------------|-------|----------|--------|---------|-------|--------|------------|
| | QMI | QMP | D | V | LR | Valor | PU | PS | PR | PT | PI | PF | H | Disponible |
| Tramo | (litr/min) | (litr/min) | (mm) | (m/s) | (m) | K | | | | | | | ± | CD(MCA) |
| 1 - 24 | 412 | 110,22 | 30 | 2,60 | 107,8 | 20,2 | 0,243 | 6,960 | 26,198 | 33,158 | 45,00 | 11,84 | 5,96 | 5,88 |
| 24 - 25 | 82 | 36,24 | 25 | 1,23 | 13,50 | 4,06 | 0,082 | 0,314 | 1,113 | 1,426 | 20,87 | 19,45 | 1,31 | 18,13 |
| 22 - 23 | 64 | 30,55 | 20 | 1,62 | 12,10 | 5,1 | 0,177 | 0,683 | 2,136 | 2,819 | 22,30 | 19,48 | 1,68 | 17,80 |
| 13- 17 | 108 | 43,81 | 20 | 2,32 | 26,80 | 8,7 | 0,332 | 2,397 | 8,895 | 11,292 | 25,12 | 13,83 | 3,40 | 10,43 |
| 9 - 12 | 64 | 30,55 | 20 | 1,62 | 8,80 | 4,4 | 0,177 | 0,590 | 1,553 | 2,143 | 36,41 | 34,27 | 1,59 | 32,68 |
| 4 - 8 | 94 | 39,81 | 20 | 2,11 | 16,40 | 8,1 | 0,281 | 1,843 | 4,603 | 6,447 | 38,55 | 32,11 | 2,84 | 29,26 |
| 20 - 32 | 166 | 58,91 | 25 | 2,00 | 13,30 | 16,3 | 0,193 | 3,327 | 2,567 | 5,894 | 45,00 | 39,11 | 4,33 | 34,78 |
| 20 - 21 | 100 | 41,55 | 20 | 2,20 | 12,60 | 6,6 | 0,302 | 1,636 | 3,811 | 5,447 | 33,33 | 27,88 | 2,64 | 25,24 |
| 18 - 19 | 60 | 29,22 | 20 | 1,55 | 14,10 | 3,1 | 0,163 | 0,380 | 2,302 | 2,682 | 38,77 | 36,09 | 1,38 | 34,71 |
| 30 - 31 | 40 | 22,10 | 20 | 1,17 | 30,78 | 6,6 | 0,100 | 0,463 | 3,082 | 3,544 | 41,46 | 37,91 | 1,46 | 36,45 |

$$QMP = 1,7391 \times QI^{0,6891}$$

$$PS = K * \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

$$V = 21,22 * \left(\frac{QMP}{D^2} \right) \quad V \text{ debe estar entre } 0,50 - 2,50 \text{ (m/seg)}$$

$$PU = 676,745 * \left(\frac{QMP^{1,575}}{D^{4,753}} \right)$$

Pi = Presión de Entrada

Pi = 60 PSI = 42,3 MCA \approx 45 MCA

\Rightarrow CD \geq 4 MCA ; Se acepta el diseño

6.3 RED CONTRA INCENDIOS

El sistema contra incendios en el coliseo estará comprendido por un hidrante colocado en la avenida principal a una distancia aproximadamente 200 m, de una tubería de 2" para entrada de agua a presión por medio de Motobomba y de extintores en cantidad suficiente en caso de emergencia.

Para determinar el diámetro de la tubería de la red de incendios, se debe comprobar que la presión dinámica a la salida de cada hidrante sea la suficientemente fuerte para apagar incendios, para el diseño de la red se requiere conocer la carga en la entrada en el hidrante que para nuestro caso es de 45 metros de columna de agua equivalente a 60 PSI.

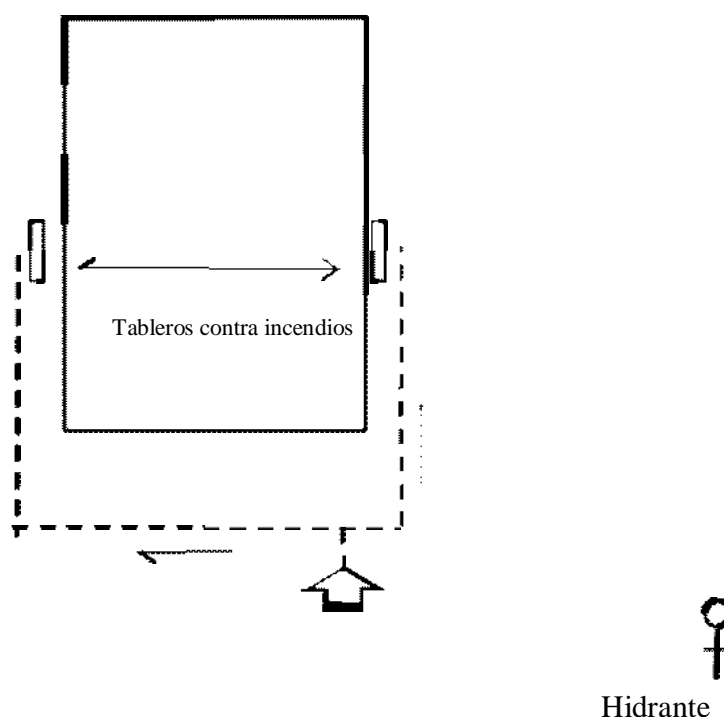


GRAFICO # 6.5 Red contra incendios.

6.4 DRENAJE Y RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

En el presente trabajo para el diseño de canales para la recolección de aguas lluvias y bajantes de las mismas, es necesario conocer lo siguiente:

1. La intensidad de lluvia del sector y
2. Las áreas de aportación

El INHAMI es la entidad encargada de medir, estudiar y proporcionar datos meteorológicos para realizar los correspondientes diseños hidráulicos, así para nuestro caso utilizaremos la siguiente fórmula para el cálculo de la intensidad:

$$I = \frac{650 * TR^{0.17}}{(D + 5)^{0.7}}$$

Donde:

- I es la intensidad de precipitación
- TR es el periodo de retorno
- D = Tc representa al tiempo de concentración

Para el presente cálculo se escoge un periodo de retorno de 10 años según recomendaciones siguientes:

- Obras hidráulicas para canalización de aguas de lluvia en ciudades de mediano porte o grandes: de 20 a 50 años;
- Obras hidráulicas para canalización de aguas de lluvia en ciudades de pequeño tamaño: de 5 a 10 años;
- Puentes importantes: 100 años;
- Vertederos para presas con poblaciones aguas abajo 1.000 a 10.000 años.

Se determina una intensidad máxima en (mm/hora) en la zona del proyecto según la fórmula correspondiente, asumiendo el tiempo de duración de la lluvia o tiempo de concentración t_c igual a 5 minutos.

$$I = \frac{60 * TR^{0.17}}{(D + 5)^{0.7}} = \frac{650 * 10^{0.17}}{(5 + 5)^{0.7}} = 101,0 \text{ mm/hora}$$

6.4.1 AREAS DE APORTACIÓN

Las áreas de aportaciones del coliseo son solo las de la cubierta, en la siguiente gráfica se muestra las correspondientes aportaciones hacia los bajantes de agua.

En la siguiente gráfica se presentan las diferentes áreas de aportación correspondientes a la cubierta del coliseo:

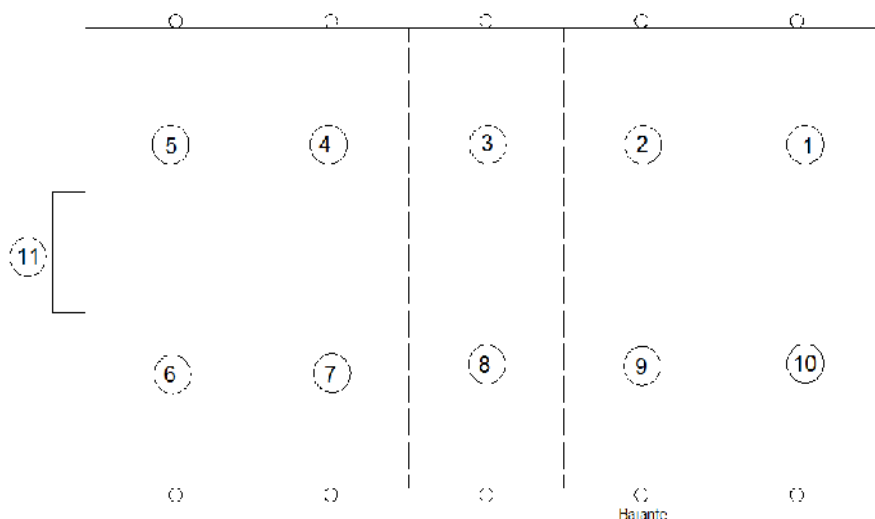


GRAFICO 6.6 Área de aportaciones del Coliseo

| N° | AREA | AREA |
|----|-------|--------|
| | m2 | Ha |
| 1 | 218,4 | 0,0218 |
| 2 | 201,6 | 0,0201 |
| 3 | 201,6 | 0,0201 |
| 4 | 201,6 | 0,0201 |
| 5 | 218,4 | 0,0218 |
| 6 | 218,4 | 0,0218 |
| 7 | 201,6 | 0,0201 |
| 8 | 201,6 | 0,0201 |
| 9 | 201,6 | 0,0201 |
| 10 | 218,4 | 0,0218 |
| 11 | 22 | 0,0022 |

TABLA XX. Datos de áreas de aportación

6.4.1.1. CANAL DE CONDUCCIÓN DE AGUA LLUVIA

Para el diseño del canal de conducción de agua lluvia, se tomará en cuenta aspectos hidráulicos que se efectuará bajo el principio de flujo con movimiento uniforme, o sea que el calado o profundidad y la velocidad del flujo se mantienen constantes a lo largo del canal de conducción de aguas lluvia.

Las formula de Manning y de continuidad se utilizarán en el cálculo hidráulico:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

$$Q = Av$$

Donde:

v = Velocidad en m/seg.

J = Pendiente longitudinal

R = Radio hidráulico

n = Coeficiente de Manning (0.009 para latón)

Q = Caudal

A = Área hidráulica

P = Perímetro mojado

m = pendiente = tangente

y = altura del canal

b = base del canal

En el cálculo hidráulico se adopta la siguiente forma de canal:

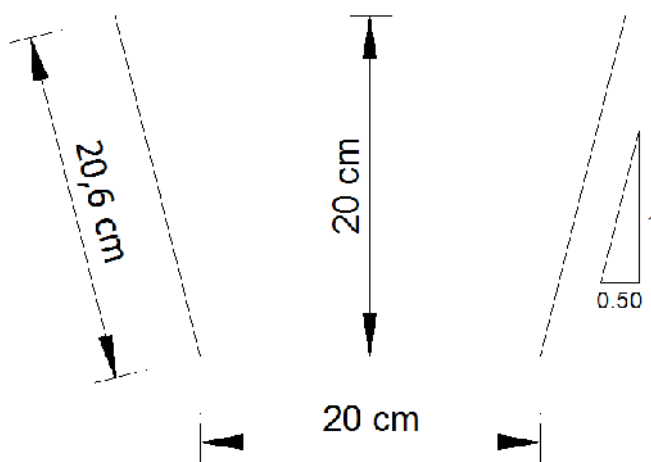


GRAFICO 6.7 Canal de conducción de agua lluvia

$$A = b \cdot y + m \cdot y^2 = 0,20 \cdot 0,20 + 0,50 \cdot 0,20^2 = 0,06 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + m^2} = 0,20 + 2 * 0,20\sqrt{1 + 0,50^2} = 0,647 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,06}{0,647} = 0,0927 \text{ m}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} = \frac{1}{0,009} * 0,0927^{2/3} * 0,01^{1/2} = 2,26 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$Q = A * v = 0,06 * 2,26 = 0,1356 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

Luego se debe calcular el caudal probable que recogerá el canal y que circulará por cualquier lado del mismo hacia el bajante.

La intensidad se calcula con un tc adoptado de 5 minutos.

$$I = \frac{60 * TR^{0,17}}{(D + 5)^{0,7}} = \frac{650 * 10^{0,17}}{(5 + 5)^{0,7}} = 101,0 \text{ mm/hora}$$

Para el cálculo del caudal máximo en el canal de conducción se aplicara la fórmula racional:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo en m³ / seg

C = Coeficiente de escorrentía que está en función de las características de la cuenca en nuestro caso del material de la cubierta (C = 0.80)

A = Área de aportación

I = Intensidad de precipitación para periodo de recurrencia o retorno

$$A_{\text{mayor}} = 218,4 \text{ m}^2 = 0,0218 \text{ Ha}$$

$$Q = \frac{C * I * A}{360} = \frac{0,80 * 101,0 * 0,0218}{360} = 0,0048 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$\therefore Q_{\max} < Q_{\text{calculado}} \Rightarrow \text{las dimensiones del canal se acepta.}$

6.4.2.- BAJANTES PARA AGUA LLUVIA

Para el diseño de los bajantes para agua lluvia que serán en tubería de PVC sanitario, se utilizará una tabla con la finalidad de simplificar este cálculo, se dispone de un cuadro el mismo que está en función de los metros cuadrados (m^2) de la cubierta, siendo esta el área de aportación, se puede encontrar el diámetro del bajante de aguas lluvias.

Esta tabla está calculada para un régimen pluviométrico de 100 mm/hora.

| AREA DE CUBIERTA | □ |
|------------------|-----|
| m^2 | mm |
| hasta 8 | 50 |
| 9 - 25 | 50 |
| 26 - 170 | 75 |
| 171-335 | 110 |
| 336 - 500 | 125 |
| 501 - 1000 | 160 |
| más de 1000 | 200 |

TABLA XXI Diámetros en relación al área de aportación

Para regímenes pluviométricos diferentes se deberá multiplicar el área en metros cuadrados (m²) por el régimen de la zona dividido por 100, así:

$$Área_{eq} = \frac{I \cdot Área}{100}$$

Para nuestro caso se obtiene la siguiente tabla de diámetros de tubería:

| Intensidad | Área | Área Equiv. | □ |
|------------|----------------|----------------|-----|
| mm/hora | m ² | m ² | mm |
| 101 | 218,4 | 220,6 | 110 |
| 101 | 201,6 | 203,6 | 110 |
| 101 | 201,6 | 201,6 | 110 |
| 101 | 201,6 | 201,6 | 110 |
| 101 | 218,4 | 220,6 | 110 |
| 101 | 218,4 | 220,6 | 110 |
| 101 | 201,6 | 201,6 | 110 |
| 101 | 201,6 | 201,6 | 110 |
| 101 | 201,6 | 201,6 | 110 |
| 101 | 218,4 | 220,6 | 110 |
| 101 | 22 | 22,22 | 50 |

TABLA XXII Diámetros de tubería para bajantes de aguas lluvia

6.5 SISTEMAS DE CONDUCCIÓN A RED PRINCIPAL

El caudal se calcula con la ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal en m³/seg, correspondiente al próximo caudal esperado para el periodo de retorno escogido.

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la precipitación en mm/hora para la frecuencia establecida.

A = Área de drenaje en Hectárea, que genera el caudal de aportación al elemento de drenaje.

Para el cálculo de la intensidad se asume un tiempo de concentración t_c inicial de 6 minutos.

El cálculo hidráulico se lo hace utilizando la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

$$Q = Av$$

Donde:

v = Velocidad en m/s

J = Pendiente longitudinal

R = Radio hidráulico

n = Coeficiente de Manning

Q = Caudal en m³/s

Para el cálculo del radio hidráulico:

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

A = Área mojada de la sección

P = Perímetro mojado de la sección

Se considera que el caudal fluye hasta tres cuarto del diámetro de la tubería, entonces:

$$A = 0.63185195 D^2$$

$$P = 2.09439502 D$$

Para nuestro caso, las áreas de aportaciones externas de terreno son pequeñas, para lo cual se toma en cuenta en la evacuación de alcantarillado.

6.6.- AGUAS SERVIDAS

Aguas servidas son el agua potable que el ser humano utiliza para su beneficio, sufriendo una transformación por mezclarse con desechos orgánicos, sólidos y residuos de todas las clases, éstas aguas provienen de la preparación de alimentos, aseo personal, lavado de ropa, uso industrial, etc.

Principio fundamental de la higiene pública es eliminar, o alejar, las sustancias residuales líquidas, con elementos sólidos en suspensión, de los núcleos urbanos. La implantación de normas higiénicas modernas proporciona comodidad, y una vez conocida ésta, no se prescinde de ella fácilmente. Así

ocurre con el aumento de consumo medio de agua por habitante, el cual requiere una eliminación adecuada del exceso de la misma, siendo éste un estímulo directo para que las agrupaciones urbanas se preocupen de la construcción de alcantarillados y redes de saneamiento tan pronto cuentan con abastecimiento de agua.

6.6.1.- SISTEMA DE DESALOJOS DE AGUAS SERVIDAS

6.6.1.1 UBICACIÓN DE LOS SERVICIOS

La ubicación de los servicios en el Coliseo, trata siempre de usar la mínima longitud posible de tuberías desde la salida matriz hasta las conexiones, siendo además deseable que su recorrido no cruce los ambientes principales. Las menores distancias incidirán en la presión del sistema, disminuyendo las pérdidas de carga y facilitando el usar diámetros más pequeños, con la consiguiente reducción de costos.

Es recomendable concentrar en lo posible los servicios sanitarios, puesto que además de simplificar el diseño de las instalaciones y facilitar su montaje, se posibilita reunir en una sola área, casi siempre la de servicio, los trabajos de mantenimiento y reparación.

Las áreas de los espacios destinados a servicios sanitarios se definen en función a la cantidad de usuarios y al espacio mínimo indispensable para la circulación de las personas en relación con el uso de los aparatos. Estas áreas por la calidad de los acabados que deben presentar para garantizar una fácil limpieza de las mismas (mayólica, loseta, etc.) son las más costosas de la edificación. La cantidad y tipo de aparatos sanitarios a instalarse están normados por el Código Ecuatoriano y Ordenanzas Municipales.

En relación a la ubicación de los aparatos sanitarios en el interior de los ambientes, deben considerarse además de las exigencias de orden arquitectónico, las siguientes condiciones:

1. El inodoro debe ser colocado siempre lo más cerca posible del ducto de tuberías o del muro principal del baño, facilitando su directa conexión con el colector que se halla en su interior, y a través de este con el colector principal de desagües; de modo que se emplee el recorrido más corto, se eviten accesorios, se facilite la descarga y se logre el menor costo.
2. El lavamanos debe quedar próximo a una ventana (si la hay) para recibir luz natural; es necesario prolongar la tubería de descarga para lograr una buena ventilación de las tuberías por tratarse del aparato de descarga más alta. Además debe permitir empotrar botiquines con espejos en el muro donde se encuentre instalado, exactamente en la parte superior.
3. La ventilación en el baño debe ser natural y por diferencia de temperaturas; es importante garantizar una permanente circulación de aire.
4. En cuanto a la ubicación de las instalaciones con la relación a la estructura, por lo general suele preferirse el empotramiento en muros y losas. Si bien las instalaciones eléctricas por sus reducidos diámetros pueden ubicarse en los orificios de la albañilería o en las losas; no ocurre lo mismo en las instalaciones sanitarias por sus diámetros relativamente mayores y porque requieren de periódico control y registro.
5. Las instalaciones sanitarias deben ubicarse de tal manera que no comprometan los elementos estructurales. Lo recomendable es utilizar ductos para los tramos verticales y colocar los tramos horizontales en falsos contra pisos u ocultos en falso cielo raso.

6.6.1.2.- MATERIALES PARA INSTALACIONES SANITARIAS

En el mercado se pueden encontrar los siguientes materiales:

- Asbesto - cemento: son muy frágiles por lo que requieren una manipulación cuidadosa, tienen un costo elevado y existe carencia de accesorios en el mercado (solo se atienden bajo pedido); se utilizan para redes externas.
- Arcilla vitrificado: para redes exteriores, no existe producción en gran escala.
- Concreto: para uso exterior, es muy utilizada en tramos rectos sin accesorios.
- Hierro fundido: para uso general en redes interiores y exteriores, tuberías de ventilación. Actualmente han caído en desuso debido a su costo y peso que hacen la instalación más cara y complicada.
- Plomo: para trampas de piso y ciertos trabajos especiales.
- Hierro forjado: para uso industrial.
- Plástico: PVC rígido. Estas tuberías se encuentran en diámetros de 2", 3", 4", 6" y 8"; en longitudes de 3 m para diámetros hasta de 3" y 5 m para diámetros mayores. Para instalaciones domésticas se suelen utilizar tubería PVC de diámetros entre 2 y 4 pulg.

6.6.1.3 REQUERIMIENTOS PARA INSTALACIONES DE AGUAS SERVIDAS

1. El sistema de agua residual debe diseñarse, construirse y mantenerse para proteger contra contaminación, depósito de sólidos y obstrucciones.
2. En cada edificio es necesario tomar las precauciones del caso para conducir el agua lluvia a un alcantarillado pluvial, si se dispone de éste.

3. Los aparatos sanitarios deben ubicarse en lugares cerrados ventilados y deben ser de fácil acceso para el usuario. Además deben estar contruidos con materiales de superficie resistente y lisas (cerámica), no absorbente. No deben presentar suciedades en las superficies cubiertas, y estar protegidos para evitar la contaminación de alimentos, aguas, productos estériles y material similar a causa de un retro flujo de agua residual.
4. Cada aparato sanitario conectado directamente al sistema de aguas residuales debe estar equipado con un **sifón de sellamiento líquido**, el cual consiste en un dispositivo contruido de tal modo que impida el paso de gas o aire a través de una tubería permitiendo el paso de líquido por ésta.
5. El aire contaminado en el sistema de aguas residuales debe escapar al exterior a través de tuberías de ventilación, las cuales deben ubicarse e instalarse de tal forma que las posibilidades de obstrucción sean mínimas y para evitar que los gases provenientes de las aguas negras entren al edificio.

6.6.1.4.- RED DE AGUAS SERVIDAS

El método para el diseño de tubería para aguas residuales son empíricas en base a una larga y concienzuda experimentación en cuyos resultados quedan absorbidos parámetros de tan difícil ponderación matemática como son, entre otros, la simultaneidad de utilización de aparatos, la interferencia de otros conductos y sobre todo en bajantes la interacción agua - aire en la evacuación del líquido residual.

Debido a las varias modalidades de desagüe aún de un mismo aparato; el choque de la corriente vertical (en las columnas) con otras corrientes oblicuas u ortogonales procedentes de los varios tubos tributarios; la dificultad de establecer con una cierta exactitud el número de los aparatos evacuando simultáneamente, así como su caudal; y dado que en general estas tuberías se

llenar sólo parcialmente y además el líquido va mezclado con aire con el que se revuelve de un modo vertiginoso; debido a todas estas inseguridades no es posible establecer con fórmulas matemáticas las relaciones entre la velocidad del agua, caudales y secciones de estas tuberías, por lo cual es necesario fijar los diámetros partiendo de datos prácticos obtenidos por largas y precisas experiencias.

En el gráfico siguiente se muestra la red de tubería de aguas residuales:

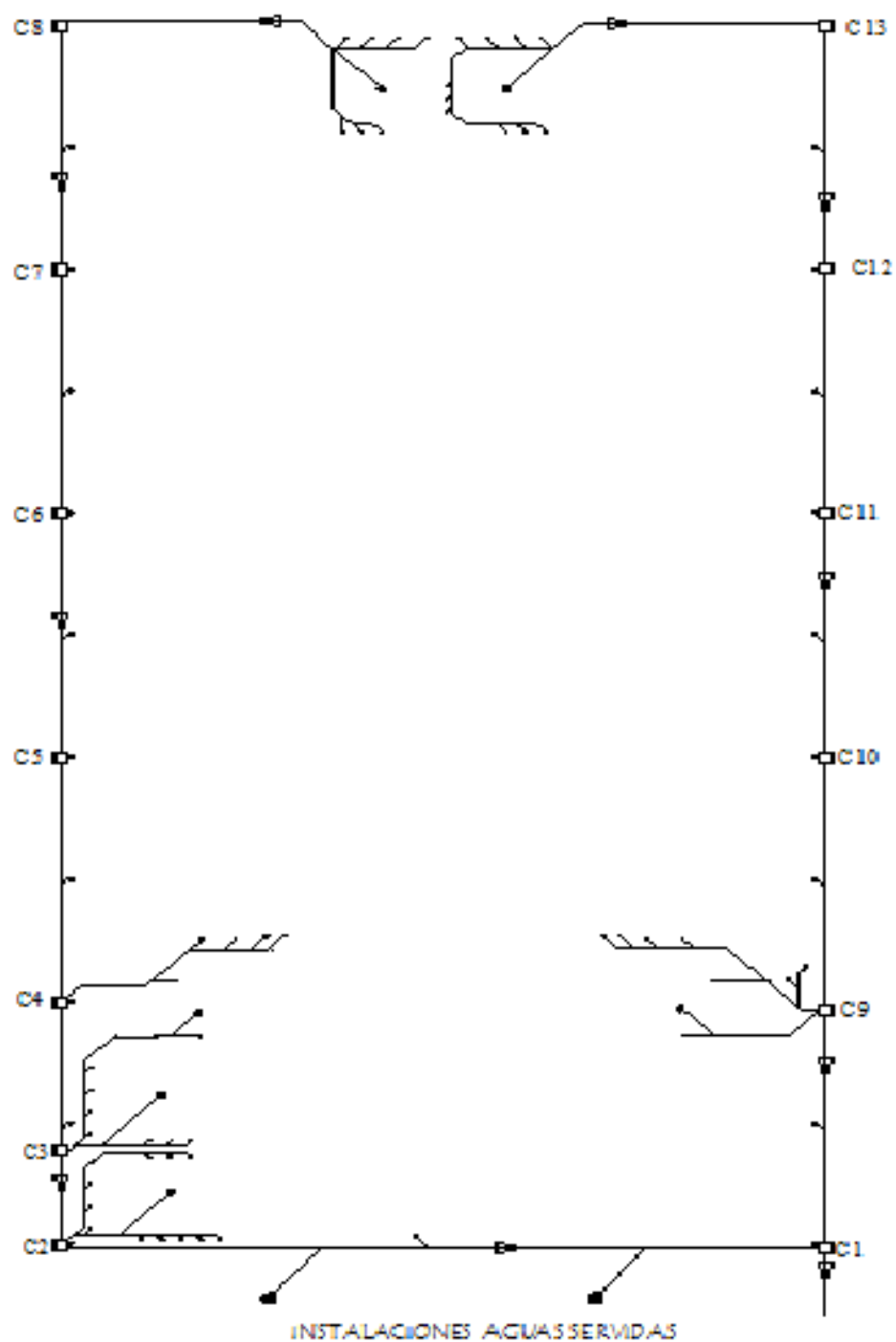


GRAFICO 6.8.- Red de Instalaciones aguas servidas

Para realizar el diseño de la tubería para evacuación de aguas servidas he tenido que investigar la ubicación de la red de Alcantarillado más cercano al proyecto y los caudales aproximados de descarga de los aparatos sanitarios.

Utilizando el método racional que se basa en la adopción de los diámetros adecuados teniendo en cuenta el caudal circulante previsible Q, en cada tramo de la red, expresado en litros/seg. Los desagües y ramales se suponen a sección llena; los bajantes trabajando a 1/3 ó 1/4 de su capacidad y los colectores a 1/2 ó 3/4. Cuando en un conducto converge el caudal proveniente de varios aparatos éste se multiplica por un coeficiente de simultaneidad, clásico en los cálculos de fontanería y saneamiento, menor que la unidad y dado por la expresión

$$C = \frac{1}{\sqrt{N-1}}; \text{ Donde N es el \# de aparatos subsidiarios}$$

6.6.1.5 CAUDALES BASES DE AGUAS RESIDUALES USADAS

Se obtiene los diámetros de desagües de los aparatos, considerando un uso medio de los aparatos podemos obtener los caudales apoyándonos en la conocida fórmula de Torricelli.

$$V = 0,60\sqrt{2gh}$$

Dónde:

V = velocidad de caída del líquido por la válvula del aparato, en m/seg.

0,60= coeficiente de contracción de la lámina líquida al paso por la válvula

g = aceleración de la gravedad, en m/seg².

h = altura media de llenado sobre la válvula, en m.

Como:

$$Q = A * V$$

$$Q = \pi \frac{D^2}{4} \times 0,60\sqrt{2gh}$$

Q = Caudal circulante, en litros/seg.

D = Diámetro de la tubería, en metros (m).

A partir de esta fórmula, asignando a cada aparato una cierta capacidad, un tiempo de vaciado y una altura media de agua, se obtiene el caudal circulante y, a continuación, el diámetro de la tubería que se adopta, igualmente, para el del conducto de desagüe.

Ejemplo: Inodoro

Capacidad del tanque = 0,006 m³; tiempo de vaciado = 6 seg; altura media del agua sobre la válvula = 0,20 m.

$$Q \left(\frac{m^3}{seg} \right) = \frac{0,006}{6} = \pi \times \frac{D^2}{4} \times 0,60 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,20} = 0,032m$$

D = 32 mm, se adopta por redondeo, D = 40 mm.

Realizando las mismas operaciones con un lavabo, al que se le asigna una capacidad de

0,028 m³ y un tiempo de vaciado de 60 seg. Con una altura media de agua de 0,10 m

Se tiene D = 0,027 m = 27 mm.

| ACCESORIO | GASTO (litros/seg) |
|--------------------------|--------------------|
| Inodoro con fluxómetro | 1 a 2.5 |
| Inodoro con tanque | 0,19 |
| Urinario con fluxómetro | 0,95 |
| Ducha | 0,32 |
| Tina | 0,38 |
| Vertedero de ½" | 0,28 |
| Llave de agua | 0,19 |
| Manguera hasta 15 metros | 0,32 |

TABLA XXIII Gasto para el funcionamiento correcto de accesorios sanitarios.

A continuación se desarrolla el cuadro de accesorios o aparatos sanitarios instalados por tramos, con su respectivo caudal de gasto y tubería de desalojo

de aguas residuales que evacuarán a los pozos de captación que tiene medidas aproximadas 0,60 x 0,60 x 0,80m que servirán para receptor y cambiar la dirección de flujo de aguas lluvia y residuales hacia la alcantarilla.

| TRAMO | ACCESORIOS | | | | | | GASTO | □ |
|---------|------------|--------|-----------|--------|----------|-------------|------------|-----|
| | W.C | LAVAM. | URINARIOS | DUCHAS | SUMIDERO | Agua lluvia | Litros/seg | |
| C1-C2 | - | - | - | - | 2 | 1 | 5,44 | 200 |
| C2-C3 | 4 | 3 | 5 | - | 1 | 1 | 11,20 | 200 |
| C3-C4 | 4 | 3 | - | 5 | 4 | 1 | 9,31 | 200 |
| C4-C5 | - | - | - | - | - | 1 | 4,8 | 200 |
| C5-C6 | - | - | - | - | - | 1 | 4,8 | 200 |
| C6-C7 | - | - | - | - | - | 1 | 4,8 | 200 |
| C7-C8 | 4 | 3 | - | - | - | 1 | 6,13 | 200 |
| C1-C9 | 3 | 3 | - | 5 | 4 | 1 | 9,12 | 200 |
| C9-C10 | - | - | - | - | - | 1 | 4,8 | 200 |
| C10-C11 | - | - | - | - | - | 1 | 4,8 | 200 |
| C11-C12 | | - | - | - | - | 1 | 4,8 | 200 |
| C12-C13 | 4 | 3 | 3 | - | - | 1 | 8,98 | 200 |

TABLA XXIV Redes de aguas residuales

OBSERVACIONES:

- La tubería perimetral del coliseo será PVC sanitario de 200 mm.
- Dentro de los tramos el tubo secundario será de PVC sanitario de 150 mm.
- La conexión de inodoros a la red secundaria será en tubo PVC de 100 mm.
- La conexión de lavamanos, duchas, urinarios y sumideros serán de PVC sanitario de 75 mm.
- Se ha asumido una pendiente a utilizar en el tendido de la tubería que es del 1% hacia el pozo de revisión para la descarga.

6.7.- RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS

El uso de la energía eléctrica se ha generalizado al máximo en la aplicación de la iluminación y de innumerables elementos de uso doméstico en viviendas, áreas de recreación, edificios, etc.

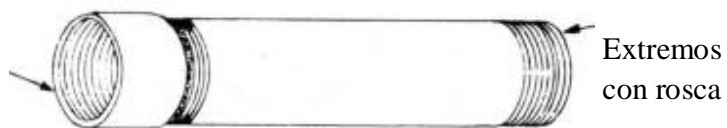
El dibujo eléctrico, como tal, es fácil y consiste en líneas sencillas y en el empleo de símbolos convencionales. No siempre es necesario realizar los dibujos a escala. Lo que sí encierra cierta dificultad es el conocimiento de los símbolos los cuales son numerosísimos y como no existe absoluta uniformidad en su grafismo hay confusión.

En el presente proyecto se tratará de satisfacer la demanda de energía eléctrica dentro del coliseo, tanto en su iluminación como en tomacorrientes o fuerza por medio de redes de baja tensión, es decir hasta 127 voltios.

6.7.1 INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Dentro de las instalaciones eléctricas existe una gran diversidad de accesorios que pueden llegarse a emplearse en los trabajos, a continuación se da una pequeña muestra de algunos de ellos.

Un extremo se
suministra con
cople



MONITOR DE
ACERO



MONITOR DE
HERRO MALEABLE



MONITOR CON
SEGURO



MONITOR
SELLADO



CONTRA AISLADA

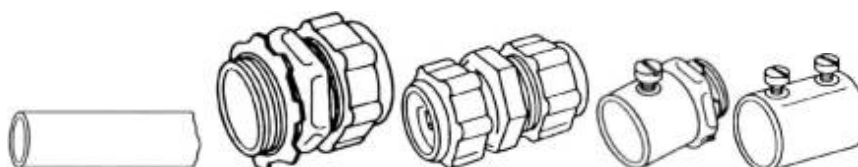


CONTRA AISLADA
CON SEGURO



CONTRA AISLADA
CON POLYPROPILENO

CONECTORES PARA TUBOS CONDUIT RIGIDOS DE PARED GRUESA
E INTERMEDIOS.



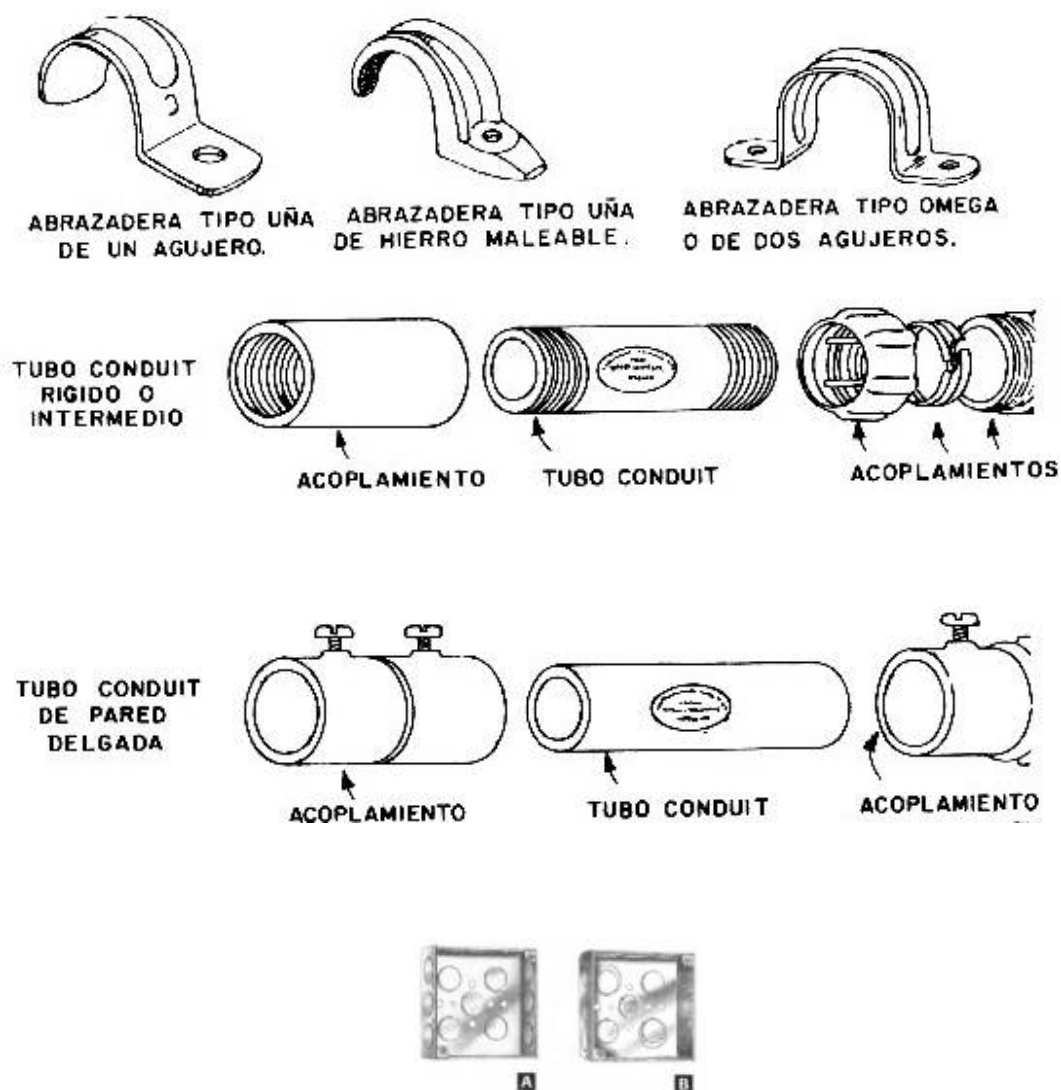


GRAFICO 6.9 Accesorios para instalaciones eléctricas

6.7.1.2 CONCEPTOS BÁSICOS

LUZ

La luz es una forma de radiación electromagnética similar al calor radiante, las ondas de radio o los rayos X. La luz corresponde a oscilaciones

extremadamente rápidas de un campo electromagnético, en un rango determinado de frecuencias que pueden ser detectadas por el ojo humano.

Existen diferentes sensaciones de color que corresponden a la luz que vibra con distintas frecuencias, que van desde aproximadamente 4×10^{14} vibraciones por segundo en la luz roja hasta aproximadamente $7,5 \times 10^{14}$ vibraciones por segundo en la luz violeta.

El espectro de la luz visible suele definirse por su longitud de onda, que es más pequeña en el violeta (unas 40 millonésimas de centímetro) y máxima en el rojo (75 millonésimas de centímetro). Las frecuencias mayores, que corresponden a longitudes de onda más cortas, incluyen la radiación ultravioleta, y las frecuencias aún más elevadas están asociadas con los rayos X.

ILUMINACIÓN

Es la Iluminación mediante cualquiera de los numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica en luz. Los tipos de dispositivos de iluminación eléctrica utilizados con mayor frecuencia son las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y de vapor por descarga eléctrica.

6.7.1.3 CALCULO DE INSTALACIONES EN EL COLISEO

Para tener una idea de la capacidad que deben tener los conductores que van a alimentar distintos tipos de cargas, se dan a continuación algunos valores de consumo a 127 volts, alimentación monofásica.

- Licuadora: 500 watts.
- Plancha eléctrica: 800 watts.
- Refrigerador: 1 000 watts.

- Tostador de pan: 1 200 watts.
- Secador de pelo: 500-1 000 watts.
- Radio: 100 watts.
- Televisor: 100-1 000 watts.
- Aspiradora: 200-1 000 watts.
- Pulidora de pisos: 200-500 watts.
- Rasuradora: 20 watts.
- Reloj eléctrico: 5 watts.
- Lavadora de ropa: 800 watts.
- Máquina de coser: 150 watts.
- Parrilla eléctrica: 750-watts.
- Extractor de jugos: 300 watts.
- Aspiradora: 450 watts.

6.7.1.3.1 CALCULO DE LA CARGA

Cuando se han determinado los requerimientos de alambrado para el coliseo, las recomendaciones para las normas técnicas para instalaciones eléctricas, así como el reglamento para obras e instalaciones eléctricas, sirven como guía siempre y cuando se tenga en mente que lo especificado en estos documentos representan los requerimientos mínimos. Una buena instalación eléctrica puede requerir una mayor capacidad en los circuitos. La carga que se calcule debe representar toda la carga necesaria para alumbrado, aplicaciones diversas, es decir, contactos y otras cargas como bomba de agua, aire acondicionado, secadoras de ropa, etc.

De las especificaciones técnicas para instalaciones eléctricas, la carga por alumbrado se puede calcular sobre la base 20 watts m² de área ocupada. El área del piso se calcula de las dimensiones externas de la casa, edificio o espacio que se considere.

Las cargas en contactos para las llamadas aplicaciones pequeñas no incluyen cargas fijas tales como procesadores de basura, lavadoras de platos y aparatos similares. Para las cargas normales que se conectan en contactos de cocinas, salas-comedor, recámaras, etc., se puede considerar que cada contacto debe ser capaz de soportar cargas hasta de 1 500 watts, por lo que se pueden considerar circuitos para 15 A.

De acuerdo con los párrafos anteriores, en el cálculo de la instalación eléctrica se deben considerar los siguientes puntos:

1. Determinación de la carga general.
2. Determinación del números circuitos y división de los mismos en función de las necesidades de la instalación.
3. Que las salidas de alumbrado y contactos no sean mayores de 2 500 watts que es el valor recomendado.
4. La máxima caída de voltaje permisible.
5. Que el material por emplear sea el adecuado en cada caso a las necesidades del proyecto.

Con relación a las cargas eléctricas las especificaciones técnicas para instalaciones eléctricas dan las siguientes definiciones:

- *Carga eléctrica.* Es la potencia que demanda en un momento dado un aparato o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico; se debe señalar que la carga, dependiendo del tipo de servicio, puede variar con el tiempo.
- *Carga conectada.* Es la suma de las potencias nominales de los aparatos y máquinas que consumen energía eléctrica y que están conectados a un circuito o un sistema.
- *Carga continua.* Es la carga cuyo máximo valor de corriente, se espera que se conserve durante 3 horas o más.

$$W = Area \times \frac{Watts}{m^2} = 1800m^2 \times \frac{20 Watts}{m^2} = 36000 \text{ Watts.}$$

La intensidad de corriente I a 127 voltios con alimentación monofásica es:

$$I = \frac{W}{127} = \frac{36000}{127} = 283.4 \text{ Amperios}$$

$$N^{\circ} \text{ de circuitos} = \frac{\text{carga total en Watts}}{\text{capacidad de circuito en Watts}}$$

Dimensiono el circuito para 20 Amperes de capacidad en iluminación y 30 Amperes de capacidad para tomacorrientes.

| CIRCUITO | UTILIDAD | WATTS | CAPACIDAD | ALAMBRE |
|----------|--------------------|-----------|------------|-------------|
| C1 | 8 FOCOS | 800 | 2500 WATTS | Sólido # 14 |
| C2 | 8 FOCOS | 800 | 2500 WATTS | Sólido # 14 |
| C3 | 9 FOCOS | 900 | 2500 WATTS | Sólido # 12 |
| C4 | 8 Tomacorrientes | 1500-3000 | 3000 WATTS | Sólido # 12 |
| C5 | 8 Tomacorrientes | 1500-3000 | 3000 WATTS | Sólido # 12 |
| C6 | 8 Tomacorrientes | 1500-3000 | 3000 WATTS | Sólido # 12 |
| C7 | 3 lámparas grandes | 3000 | 9000 WATTS | Sólido # 10 |
| C8 | 3 lámparas grandes | 3000 | 9000 WATTS | Sólido # 10 |
| C9 | 4 lámparas grandes | 3000 | 9000 WATTS | Sólido # 10 |

TABLA XXV Circuitos de instalaciones eléctricas.

6.7.2 INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION

Se considera instalación de **Alta tensión eléctrica** aquella que genere, transporte, transforme, distribuya o utilice con superiores a los siguientes límites:

- : Superior a 1000 .
- : Superior a 1500 .

En nuestro caso no existe ningún equipo o luminaria que utilice una tensión o voltaje que sea mayor o igual los 1000 voltios, por lo tanto no requiere ningún cálculo para instalaciones eléctricas de alta tensión.

CAPITULO 7

IMPACTO AMBIENTAL

7.1.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental consiste en evaluar cualitativamente las actividades humanas sobre los elementos ambientales receptivos con el fin de emprender acciones de atenuación de los impactos identificados.

7.1.1.- IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente estudio de impacto ambiental, está orientado a un proyecto denominado “Diseño Estructural de un Coliseo Multiusos para la Escuela Celiano Monge”, mismo que estará ubicado en el Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Chillogallo, Comunidad Quitumbe.

El proyecto estará auspiciado por la Escuela Celiano Monge, cuyo representante legal es el Ministerio de Educación y Cultura del Ecuador.

La dirección donde está ubicada la Escuela es Km 13, Panamericana Sur, en el Barrio/Sector Guamaní Bajo.

7.1.2.- DESCRIPCION RESUMIDA DEL PROYECTO

El nivel de los estudios técnicos del proyecto responde a una idea o prefactibilidad, dentro de la categoría de construcción.

A través de éste proyecto relacionado con el “Diseño Estructural de un Coliseo Multiuso para la Escuela Celiano Monge”; se prevé la utilización del acero como material estructural por sus características y propiedades mecánicas. Este proyecto ayudará también, al aprovechamiento de las áreas disponibles que en la actualidad son utilizadas para las actividades académicas y culturales, diseño que servirá en lo posterior para la construcción de una infraestructura de uso múltiple, mejorando con ello la formación física, reuniones sociales e integración del Plantel y la Comunidad

7.1.3.- CARACTERISTICAS DEL AREA DE INFLUENCIA

7.1.3.1.- Características del Medio Físico

7.1.3.1.1.- Localización

El proyecto esta localizado en la Región Sierra, dentro del Distrito Metropolitano del Municipio de Quito (DMMQ) que tiene un conjunto territorial de 425.532

hectáreas. Esta localizado en las faldas orientales del volcán activo Pichincha, que está en la Cordillera Occidental de los Andes septentrionales de Ecuador. Tiene una altitud de 2800 metros sobre el nivel del mar y está situado en el centro de la provincia de Pichincha, en el suroeste de la hoya del río Guayllabamba.

La superficie del área de influencia directa es de 2100 m², y tiene como ubicación el sur de ciudad de Quito; 9964.650 Norte; 773.100 al Este.

7.1.3.1.2.- *Clima*

El proyecto está ubicado al Sur de la Ciudad de Quito, razón por la cual para éste estudio se tomará en cuenta datos de precipitación anual registrados en la estación hidrométrica Izo- bamba; ya que la precipitación de lluvia es más intensa al sur de la ciudad que al norte, oscilando entre los 2500 mm en el sector de Chillogallo y 1200 mm al año en el Observatorio de Quito, respectivamente.

7.1.3.1.3.- *Geología, geomorfología y suelos*

El terreno en donde se pretende realizar el proyecto tiene una superficie irregular de aproximadamente 2100 metros cuadrados; el Complejo Educativo está constituido por 5 aulas prefabricadas, 3 aulas de hormigón armado, baterías sanitarias, laboratorios de Ciencias Naturales, Inglés, Informática y Cultura Estética, tiene una cancha de uso múltiple pavimentada, un espacio de área

verde, posee parqueadero, servicio de agua potable, alcantarillado, telefónico y electricidad de buena calidad, por el lado occidental pasa la Avenida Maldonado (Panamericana Sur) por donde es el ingreso a la Unidad Educativa, al lado oriental se encuentra colindante con el Centro de Salud “Guamaní”, al sur está el Barrio San José y al norte la Ciudadela Argentina.

Por las características del suelo agrícola se puede decir que es un terreno plano ya que las pendientes son menores al 30%, tiene un suelo de tipo arcilloso y la calidad del suelo es fértil. El suelo presenta también una alta permeabilidad porque el agua se infiltra fácilmente en éste, de ahí que los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.

Finalmente se debe indicar que las condiciones de drenaje son muy buenas porque no existe estancamiento de agua, aún en época de lluvias.

7.1.3.1.4.- Hidrología

En la zona del proyecto, la precipitación de lluvia gira alrededor de los 1350 mm al año, con una temperatura media de 23° C.

Las precipitaciones tienen un régimen influenciado por la circulación de las masas de aire que ocasionan gradientes (razón entre la variación del valor de una magnitud en dos puntos próximos) adiabáticos (fenómeno que se realiza sin pérdida o ganancia de calor), bajo las diferencias de presión entre las masas de aire caliente y cargadas de humedad de la región Litoral y su descarga en la

cordillera por el frío y la altura, así como el efecto desecante que ejerce el núcleo de la hoya que determina zonas secas. De esta manera, se produce un gradiente de humedad-sequía en sentido sur a norte que también se da en sentido occidente-orienté. Las temperaturas por la posición ecuatorial y la influencia de la Cordillera de Los Andes, a través de la altura exhiben un comportamiento que se caracteriza por las temperaturas promedio mensual y anual prácticamente se mantienen constantes, las fluctuaciones térmicas mayores se producen en el transcurso del día.

7.1.3.1.5.- Aire

En la zona del proyecto, el aire puede considerarse puro, ya que no existen fuentes de contaminación que lo alteren; de igual manera existe una recirculación de aire muy buena pues existe presencia de ligeras y constantes brisas, y frecuentes vientos que renuevan la capa de aire.

En cuanto a la contaminación por ruido esta en un nivel tolerable, ya que los ruidos existentes son admisibles o esporádicos por lo que no hay mayores molestias para la población cercana.

7.1.3.2.- Características del Medio Biótico

7.1.3.2.1.- Ecosistema, Flora y Fauna Silvestre

El área rural que hará parte del proyecto es de 760 hectáreas aproximadamente; la vegetación nativa es escasa salvo en áreas altas, mientras que en cercanías de la zona urbana predominan árboles foráneos, eucaliptos, pinos; los suelos en áreas no urbanizadas se destinan a ganadería (pastos) y cultivos.

7.1.3.3.- Características del Medio Socio-Cultural

7.1.3.3.1.- Demografía

El área de influencia del proyecto es urbana con una población mayor a los 100.000 habitantes. La característica étnica de la población que se encuentra alrededor del proyecto es pluri-étnica ya que se encuentran mestizos, indígenas y negros.

7.1.3.3.2.- Infraestructura Social

En la zona donde se encuentra ubicado el proyecto existe abastecimiento de agua potable con servicio permanente de la misma, además cuentan con servicio de alcantarillado sanitario y red telefónica.

La evacuación de aguas lluvias no cuenta con ningún tipo de sistema de drenaje o alcantarillado pluvial. Los desechos sólidos son recogidos por el servicio de recolección de basura del Distrito Metropolitano del Municipio de Quito todos los días a partir de las 07:00 horas.

Existe red de energía eléctrica, servicio urbano e intercantonal de transporte público. Cuenta con vías de acceso principales y secundarias y red de telefonía domiciliaria.

7.1.3.3.3.- Actividades socio-económicas

El terreno en donde está previsto desarrollar el Diseño de un Coliseo Multiuso, es parte de terrenos comunales y que actualmente se aprovechan para actividades recreacionales.

7.1.3.3.4.- Organización social y aspectos culturales

En este contexto lo que se puede indicar es que la lengua utilizada es el castellano, la religión que mayoritariamente se profesa en los alrededores del proyecto es la religión católica. Las tradiciones son de tipo religioso y popular.

7.1.3.3.5.- Riesgos Naturales e Inducidos

En la zona donde se encuentra el proyecto prácticamente no existen peligros de deslizamientos, ni tampoco de inundaciones o terremotos.

7.2 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

7.2.1 Identificación y evaluación de Impactos Ambientales

Un impacto ambiental, es todo cambio neto, positivo o negativo, que se pronostica se producirá en el medio ambiente como resultado de una acción de desarrollo a ejecutarse.

La caracterización ambiental realizada para el área de influencia del Coliseo permitió identificar y dimensionar las características principales de cada uno de los componentes y subcomponentes ambientales.

Mediante correlación de información, tanto de las características el proyecto como del medio receptor se evaluará cualquier cambio neto, positivo o negativo, que se provoca sobre el ambiente como consecuencia, directa o indirecta de las acciones del proyecto que puedan producir alteraciones susceptibles de afectar la salud y la calidad de vida, la capacidad productiva de los recursos naturales y los procesos ecológicos esenciales.

7.2.2 Identificación de Impactos Ambientales

Para la identificación de los potenciales impactos ambientales que se producirán en el área de influencia, se ha observado y analizado el sitio destinado para la implantación del coliseo, teniendo en cuenta la causa – efecto que produciría sobre los factores ambientales que caracterizan el entorno, y las acciones para su tratamiento y mitigación durante de las distintas fases del proyecto..

7.2.3. Descripción de los Factores Ambientales

Se ha seleccionado un número apropiado de características ambientales según subcomponentes, según sus características ambientales consideradas para su control, manejo y cumplimiento.

Entre los impactos ambientales y su manipulación podemos encontrar los siguientes:

IMPACTO.- Durante la Construcción se retirará una capa de tierra en el sector de la construcción, provocando el levantamiento del polvo.

MITIGACIÓN.- Se evacuará lo más pronto posible el material de excavación y se humedecerá constantemente el sitio.

IMPACTO.- Depósito de material

MITIGACIÓN.- Se ubicará un sitio exclusivo para el depósito de los materiales a emplearse-

IMPACTO.- Ruido durante la construcción.

MITIGACIÓN.- Durante la construcción se tratará de comenzar en periodo de vacaciones, para reducir al mínimo la influencia del ruido en los alumnos.

IMPACTO POSITIVO.-

Mejoramiento del sitio determinado para actividades deportivas, engrandecimiento de la institución

CAPITULO 8

ANALISIS ECONÓMICO

8.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Se entiende por presupuesto de una obra o proyecto la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla. La forma o el método para realizar esa determinación son diferentes según sea el objeto que se persiga con ella.

Cuando se trata únicamente de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables en números redondos y precios unitarios que no estén muy detallados. Por el contrario, este presupuesto aproximado no basta cuando el estudio se hace como base para financiar la obra, o cuando el constructor la estudia al preparar su proposición, entonces hay que detallar mucho en las unidades de medida y precios unitarios, tomando en cuenta para estos últimos no sólo el precio de los materiales y mano de obra, sino también las circunstancias especiales en que se haya de realizar la obra. Esto obliga a penetrar en todos los detalles y a formar precios unitarios partiendo de sus componentes.

El presente trabajo se ocupa de este tipo detallado de presupuesto, que puede establecerse de diferentes maneras. Antes era común para formar un precio unitario el expresar en un porcentaje del costo en dinero de materiales, mano de

obra y maquinaria, de tal modo que los precios precedentes de la estadística de una obra anterior se aumentaban o disminuían para adaptarlos al caso presente.

8.1.1 Costos Indirectos

La palabra costo tiene varios significados, en función de muchas circunstancias. El tipo de concepto de costo que debe aplicarse depende de la decisión que haya de tomarse en la empresa.

En conclusión, el costo es el valor que representa el monto total de lo invertido tiempo, dinero y esfuerzo para comprar o producir un bien o un servicio.

En otras palabras el costo lleva implícito otros términos que deben definirse, siendo los siguientes:

- Costo: Es el precio que se aplica a los bienes que se pueden aumentar a voluntad. Se fundan en las estimaciones de valor de las partes del mercado. Constituyen un punto importante de partida para la valoración de las mercancías por parte de la oferta.
- Precio: Proporción en que se pueden intercambiar dos bienes.
- Valor: Es la capacidad que una cosa tiene de satisfacer un deseo, una necesidad o una aspiración humana. Valores: Son las acciones, títulos u obligaciones que se negocian en la bolsa o en los bancos.
- Bienes: Por bienes se entienden los medios que no existen en demasía y con los cuales se satisfacen necesidades.

8.1.2 Costos indirectos de obra

Definición

Recordando la explicación los costos indirectos se definen como la suma de todos los gastos que, por su naturaleza intrínseca, son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial.

Cálculo de los costos indirectos de obra

Los componentes de los costos indirectos de obra se dividen en dos: costos indirectos fijos y costos indirectos variables.

8.1.3 Costos directos.

Integración del costo

Como ya se expreso anteriormente el costo directo es la suma de los costos de los materiales, mano de obra y, maquinaria y equipo que intervienen en la elaboración del mismo..

Determinación de los conceptos de obra.- Del estudio anterior se deduce el tipo de obra de que se trata para hacer una apreciación de las partidas y conceptos que en ella puedan intervenir.

Lista de materiales.- Del estudio de los planos se obtiene la lista de materiales fijos, es decir, aquellos materiales que serán instalados y quedaran permanentes en la obra; del estudio de las especificaciones se obtiene la clase de material requerido; también este estudio permite determinar el volumen de materiales de consumo necesario para realizar la instalación de los materiales permanentes.

Definiciones:

Cargos fijos.- Son cargos que ayudan a determinar el costo horario independientemente de que el equipo o maquinaria esté operando o inactivo.

- Inversión: Es el cargo equivalente a los intereses del capital, invertido en maquinaria.

- Depreciación: Es el resultado de la disminución del valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica.
- Seguros: Se refiere a los posibles accidentes de trabajo como podría ser la destrucción imprevista de un equipo, es un riesgo que se puede cubrir a través de la compra de un seguro o que la empresa decida absorber ese gasto funcionando como auto aseguramiento.
- Almacenaje: El equipo requiere de un almacenamiento en las épocas en que está inactivo, por lo tanto habrá que considerar los gastos correspondientes a la renta o amortización, manteniendo en las bodegas o patios de guarda la vigilancia necesaria. Este concepto último se puede considerar dentro de los costos indirectos.
- Mantenimiento: Es necesario mantener los equipos en las mejores condiciones de operación, con el fin de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. Por lo tanto el mantenimiento es fundamental para este fin.

8.1.4 Costos de mano de obra

Análisis de salarios

La estimación del costo de la mano de obra es un problema dinámico y sumamente complejo; este carácter dinámico lo determina el costo de la vida, así como el desarrollo de procedimientos constructivos diferentes debido a nuevos materiales, herramientas y tecnología.

8.1.5 Costo unitario del trabajo

El costo unitario del trabajo es un sistema de valoración que permite, a partir de rendimientos, obtener el costo del trabajo a realizar por unidad de medida.

8.1.6 Costos finales

Definición

Los costos finales son la suma de gastos de material, mano de obra, equipo y herramienta, así como, subproductos para la realización de un proceso constructivo.

CAPITULO 9

9.1 CONCLUSIONES

1. Con el trabajo realizado en este documento, se concluye que se puede diseñar un pórtico rígido reticular rápidamente, si tomamos las recomendaciones de la tesis, y sin necesidad de utilizar la ayuda de un programa o software. Además, la mayoría de los programas existentes se encargan solamente de analizar las estructuras, no de diseñarlas, ya que se deben de proporcionar los datos de los perfiles que conforman la estructura, para que el programa realice el análisis y por ende dé los valores de las fuerzas internas que soportan las estructuras. El procedimiento utilizado para el diseño del pórtico es muy práctico y sencillo, aplicando cada uno de los pasos seguidos en este documento.
2. Se determina que las fórmulas de Griffiths utilizadas para calcular el valor aproximado de las reacciones horizontales, y el método del trabajo virtual utilizado para calcular el valor exacto de las reacciones horizontales, tienen una gran precisión. El valor de la reacción horizontal obtenida por las fórmulas de Griffiths es de 19.59 kips, y el obtenido por el método del trabajo virtual es de 21.87 kips. Mientras que el valor obtenido por el programa SAP 90 es de 20.39 kips. Es decir, que utilizando las fórmulas de Griffiths se obtuvo un valor en 3.92 por ciento menor y utilizando el método del trabajo virtual se obtuvo un valor en 7.26 por ciento mayor, con respecto al valor obtenido por el programa SAP 90.

3. En el análisis del marco, se comprueba que los máximos esfuerzos se producen en la unión de la columna con la viga, es decir en la rodilla. Por este motivo la sección transversal en esta parte del pórtico es la más grande, para que se distribuyan mejor las fuerzas internas en los diferentes elementos. Además, también esta es la razón por la cual al utilizar el método del cortante y momento para el análisis del pórtico, sólo se analizan las secciones más cercanas a la rodilla, ya que son las secciones críticas.
4. Se verifica que el método de análisis utilizado para el diseño del pórtico, es decir el método del cortante y momento, es de gran utilidad, sobre todo para el análisis de estructuras de tipo reticular, como los pórticos reticulares o las armaduras. Además es un método de análisis muy práctico y de una alta eficiencia, ya que al comparar los valores de las fuerzas internas de los elementos del pórtico obtenidos por este método, se comprueba que estos son mayores, variando desde un 2 hasta un 21 por ciento, a los valores obtenidos por medio del programa SAP 90.